Phyt. 175 v 4°
Karsten

GESAMMELTE BEITRÄGE

ZUR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE

DER PFLANZEN

VON

H. KARSTEN.

BERLIN.
FERD. DÜMMLER'S [illegible]

GESAMMELTE BEITRÄGE

ZUR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE

DER PFLANZEN

VON

H. KARSTEN.

BAND I.

1843 — 1863.

BERLIN,
FERD. DÜMMLER'S VERLAGSBUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.
1865.

174-G.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

MEINEM FREUNDE

C. JESSEN

DEM BOTANIKER UND GESCHICHTSFORSCHER

GEWIDMET.

Inhalt.

	pag.
Verschiedene Bemerkungen über einige kryptogamische Gewächse. Wiegmann's Archiv 1843	1
De cella vitali. Dissertatio inauguralis. Berlin 1843	8
Die Vegetationsorgane der Palmen. Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie und Physiologie. In den Abhandlungen der Berl. Acad. der Wissenschaften, 1847	81
Die Urzeugung. Botanische Zeitung 1848	194
Die Hüllhaut der Pflanzen. Bot. Zeitung 1848	203
Beitrag zur Kenntnifs des Zellenlebens. Bot. Zeitung 1849	208
Zur Entwickelungsgeschichte der Loranthaceen. Bot. Zeitung 1852	213
Die Fortpflanzung der *Conferva fontinalis L.* (*Vaucheria DC*). Bot. Zeitung 1852	230
Ueber den Bau der *Cecropia peltata L. Nova Acta Acad. Caes. Leop. Carol. nat. car.* 1854	241
Ueber das Vorkommen der Gerbsäure in den Pflanzen. Monatsbericht der Berl. Academie 1857	254
Die medicinischen *Chinarinden* Neu Granada's 1858	261
Ueber die Entstehung des Harzes, Wachses, Gummis und Schleimes durch die assimilirende Thätigkeit der Zellmembran. Bot. Zeitung 1857	298
Zellenkrystalle im Milchsafte der *Jatropha Curcas L.* Poggendorff's Annalen 1859	305
Die Veränderungen der chemischen Constitution der Pflanzenzellmembran. Poggendorff's Annalen 1859	312
Das Geschlechtsleben der Pflanzen und die *Parthenogenesis* 1860	317
Entwickelung der *Champignon*-Frucht. Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde, 1861	344
Der unterständige Fruchtknoten. Bot. Zeitung 1861	345
Ueber die Frucht der *Zizania aquatica Linn.* Zeitschrift für Acclimatisation 1861	353
Ueber die Wirkungen plötzlicher bedeutender Temperaturveränderungen auf die Pflanzenwelt. Botanische Zeitung 1861	358
Histologische Untersuchungen 1862	364
Entwickelungserscheinungen der organischen Zelle. Poggendorff's Annalen 1863	443

In diese botanischen Schriften wurden auch die in der Dissertation „*de cella vitali* 1843" pag. 48 enthaltenen zoo-histologischen Untersuchungen aufgenommen, da auf sie zum Theil die pag. 70 ausgesprochene Ansicht über die Entwickelung und den Bau der Zelle begründet ist.

Nicht abgedruckt wurden dagegen folgende Aufsätze, weil die darin enthaltenen anatomisch-physiologischen Angaben entweder in anderen Arbeiten schon mehr oder minder enthalten waren, oder weil dieselben einen geringen Theil systematischer oder morphologischer Untersuchungen ausmachen:

Ueber das Steigen des Saftes im Rebstocke unter den Tropen. Poggendorff's Annalen 1847.

Zur Geschichte der Befruchtung der Algen. Bot. Zeitung 1857.

Ueber die Bewurzelung der Palmen. *Linnaea* 1858.

Organographische Betrachtung der *Zamia muricata Willd.* Abhandlungen der Berl. Academie 1857.

Ueber die Stellung einiger Familien parasitischer Pflanzen im natürlichen Systeme. Verhandlungen der Kaiserl. Leopold-Carolinischen Academie. Vol. XXVI p. II.

Ueber die Wirkung plötzlicher bedeutender Temperaturveränderungen auf die Pflanzenwelt. Poggendorff's Annalen 1861.

Ueber die Pflanzenkrankheiten, besonders der Orangenbäume. Koch's Wochenschrift für Gärtnerei, 1861.

Verschiedene Bemerkungen

über einige kryptogamische Gewächse.

(Wiegmann's Archiv 1843 pag. 338.)

Taf. IIIb.

Wenngleich schon von Vielen Vieles über die dunkle und merkwürdige Erscheinung der Conjugation einiger Conferven beobachtet und beschrieben ist, so erfreuen wir uns dennoch keinesweges einer genügenden Aufklärung über diesen ebenso seltsamen wie interessanten Procefs, so dafs eine anhaltende gründliche Beobachtung dieser Algen, oder des von Ehrenberg entdeckten Pilzes *Syzygites*, gewifs die angewandte Zeit und Sorgfalt hinreichend belohnen würde.

Verschiedene beachtenswerthe Beobachtungen theilte Meyen in dem zweiten Bande der *Linnaea* mit; die feinere Anatomie dieser Pflanze verkannte er jedoch gänzlich, was wohl hauptsächlich seinen Grund darin hat, dafs Meyen noch von der Idee befangen war, es könne eine direkte Umwandlung der Pflanzensubstanz in thierische Organismen geschehen. Ueberall sah er daher die Entstehung der Infusionsthierchen aus Sporen, und bemerkte nicht, dafs diese erst in die ausgebildeten Zellen sich einen Weg gebahnt hatten. Im dritten Bande seiner Physiologie spricht er schon vorsichtiger über diese Bildungsweise von Thieren, und läfst es unentschieden, ob die in den Sporen vorkommenden Infusorien nothwendige Bedingungen oder das Auftreten derselben nur zufällig den Entozoen ähnlich sei. Seine Begriffe über Sporen und Sporangien dieser Pflanzen sind aber in höchster Verwirrung.

Eine kurze Notiz über das Oeffnen der fructificirenden *Spirogyra* gab Schleiden in dem Jahrgange 1839 dieses Archivs.

Seit längerer Zeit beschäftige ich mich mit diesem Gegenstande, kann jedoch ebenso wenig wie meine Vorgänger die wünschenswerthe Aufklärung mittheilen, obgleich ich in anatomischer Hinsicht die nothwendigen Vorarbeiten beendigt zu haben glaube. Eine Veränderung meiner Verhältnisse verhindert mich in den nächsten Jahren diese Beobachtungen weiter fortzusetzen, ich sehe mich daher veranlafst, das bisher Gefundene hier mitzutheilen, um wo möglich meinen Wunsch erfüllt zu sehen, dafs die Lücken, die meine Arbeit noch enthält, von einem geübten Forscher beseitigt werden.

Den Faden einer *Spirogyra* findet man, wie die gegebene Abbildung deutlich macht, aus drei wesentlich verschiedene Membranen zusammengesetzt. Die äufsere überzieht gleichmäfsig die ganze Pflanze und umschliefst die in ihrem Innern die zweite Membran darstellenden, eng an einander gereihten Zellen, deren sich berührende Wände die Querscheidewände bilden. In jeder dieser Zellen findet man die dritte innerste Membran, eine höchst zartwandige Zelle, die überall gleichmäfsig der Mutterzelle anliegt. An die innere Oberfläche dieser endogenen Zellen legen sich nun die bekannten Bläschen an, die in dem grünen, schleimigen, spiralig gewundenen Bande eingebettet sind. Einige Beobachtungen über die erste Bildung dieser Bläschen belehrten mich, dafs dieser Schleim nicht gleich anfangs die grüne Farbe besitzt, sondern dieselbe erst später annimmt. Das Bläschen nimmt schon bei seinem ersten Auftreten eine solche Lage an der Zellwand ein, dafs es in die Verlängerung der, durch die schon Vorhandenen gebildete Spirale fällt. Während es sich von einer mikroskopischen Kleinheit zu der Gröfse ausdehnt, die es in den späteren Stadien besitzt, lagert sich um dasselbe concentrisch ein fast farbloser Schleim ab, vielleicht indem durch den Wachsthumprocefs die lösenden Theile des Blastems entzogen werden, dieser Schleim zieht sich nach und nach in die Länge, verschmälert sich, nimmt eine grüne Farbe an und bildet endlich die Fortsetzung und Verlängerung des schon vorhandenen spiraligen Bandes. Ob sich eine oder mehrere solcher spiraligen Ablagerungen bilden, wechselt zuweilen in demselben Faden, ja ich beobachtete einige Male in einer Zelle die eine Hälfte durch eine einfache, die andere durch eine doppelte Spirale verziert, woraus wohl klar wird, dafs in dieser höchst unbeständigen Anordnung, sowie in der gröfsern oder geringern Dicke des Fadens kein specifischer Unterschied begründet sein kann. Ein sogenannter Nucleus findet sich häufig im Innern der Zelle frei schwimmend oder an der Zellwand anliegend. Ueber die Conjugation der einzelnen Glieder kann ich dem schon Bekannten wenig Neues hinzufügen, ich sah ebenso wie Müller und die spätern Beobachter, dafs die Zellen verschiedener Individuen oder desselben Fadens an der einander zugekehrten Seite Aussackungen bekommen, die sich später berühren, mit einander verwachsen und endlich nach Resorption der sich berührenden Wandungen einen continuirlich offenen Cylinder bilden. Aus einer der Zellen tritt nun die von ihrer Mutterzelle gelöste endogene Zelle mit ihrem Inhalte, den Bläschen und der grünen früher spiralig vertheilten Schleimmasse, durch die gebildete Röhre in die nebenliegende Zelle und bildet mit dem Inhalte dieser einen regelmäfsigen ovalen Ballen. Aus welchem von beiden Individuen der Zelleninhalt in das andere hinübergeht, das hängt nicht etwa von einem geschlechtlichen Unterschiede der Pflanze ab, da bald aus diesem, bald aus jenem Faden der Inhalt einer Zelle in den zweiten übergeführt wird, überhaupt ja nicht nothwendig ist, dafs die sich verbindenden Zellen zweien verschiedenen Individuen angehören.

Dafs die Conjugation nicht unumgänglich nothwendig sei um reife Sporen zu erzeugen, führt schon Meyen an, ich fand dieselben erst im Sommer und Herbst, während ich sie im Frühling nicht bemerkte, in dieser Jahreszeit bildeten sich die Sporen auf Kosten der grünen Schleimmasse in der Weise aus, wie es die beigelegte Zeichnung anschaulich macht. — In den in der Spirale liegenden Bläschen haben sich im ausgebildeten Zustande wieder neue Bläschen erzeugt und diese erst sind

die eigentlichen Sporen, wie es mir aus der Beobachtung einer Keimung derselben klar geworden ist; leider jedoch gelang es mir nicht, die fernere Entwickelung der gekeimten Spore zu verfolgen, so dafs ich über diese nichts Bestimmtes angeben kann. Diese normale Entwickelung der Sporen wird häufig verhindert durch Zerstörung der Zellmembran durch Infusorien, die den die Bläschen umhüllenden Schleim aufzusuchen scheinen; man findet daher häufig einzelne Glieder des Fadens, in denen die Spirale gänzlich zerstört ist, während die angrenzenden Zellen unverändert erscheinen. — Die Geburt von jungen Spirogyren aus der Mutterpflanze in der Art, wie Vaucher dies abgebildet, beruht aber sicher auf mangelhaften Beobachtungen; vielleicht sah er ähnliche Bildungen, wie ich sie in den beiliegenden Zeichnungen wiedergegeben.

Meyen erwarb sich das Verdienst, nachzuweisen, dafs die vielen verschiedenen Arten von Spirogyra fast alle nach unhaltbaren Charakteren aufgestellt waren; er reducirte dieselben auf zwei Species *Spirogyra quinina* und *princeps*, die sich durch die Anzahl von Spiralen und durch die Dicke des Fadens unterscheiden sollten. Da nun, wie ich oben erwähnt, und auch schon Schleiden (a. a. O.) ausgesprochen, die Anzahl der Spiralen in einem Individuum, selbst in einer Zelle wechselt, sind auch wohl diese beiden Arten nicht hinreichend begründet, sondern auf Eine zurückzuführen. *Spirogyra quinina*, als der älteste von Müller gewählte Name, würde wohl den Vorzug verdienen. — Dagegen habe ich im Laufe dieses Sommers Gelegenheit gehabt, in der Umgegend Berlins eine Form zu beobachten, die sich durch eine Eigenthümlichkeit sicher und leicht von den Verwandten unterscheiden läfst. Es finden sich nämlich an den Theilen der Zellenmembran, welche die Querscheidewände bilden, kleine napfförmige Ausstülpungen in die Zelle hinein, diese sind von einer constanten Gröfse, in allen Zellen fast von dem Durchmesser des Fadens selbst, doch diesen nie ganz erreichend. Hinsichts der Anzahl der Spiralen findet auch hier dasselbe Verhältnifs statt, wie bei der *Spirogyra quinina*, indem bald eine bald mehrere vorhanden sind. Ueber die Bedeutung dieser eigenthümlichen Organisation wage ich nicht eine Meinung auszusprechen, nur darauf erlaube ich mir aufmerksam zu machen, dafs die innerste Zelle, die bei der *Spirogyra quinina* an allen Theilen der Wandung der Mutterzelle locker anliegt, hier mit diesem napfförmigen Gebilde enger verwachsen ist, wie mit den übrigen Theilen der Zellwand; man erkennt diese augenblicklich, wenn man in dem Wasser worin sich die Pflanze befindet, etwas Jod auflöst, wodurch sich die Zellmembranen bis auf den verwachsenen Theil trennen.

Ich habe diese Pflanze nach dem, für die Naturwissenschaft überhaupt und besonders für die Kenntnifs der schwieriger zu erkennenden Formen der cryptogamischen Gewächse so hochverdienten Forscher *Spirogyra Hornschuchii* genannt. Die Diagnose der Gattung mit ihren beiden Arten ist jetzt folgende:

Spirogyra Lk. Fila membranacea cylindrica, recta, primum libera, demum ope tubulorum transversalium conjuncta. Cellae endogeneae (articuli) vesiculis in spiras 1—3 dispositis farctae.

S. quinina dissepimentis planis.

S. Hornschuchii dissepimentis patelliformibus.

Der Mangel an zusammenhängenden Beobachtungen der verschiedenen Vegetationsperioden der Pflanzen ist wohl nirgends fühlbarer als bei den mikroskopischen Formen der Cryptogamen. Dieselbe Pflanze hat, wie bekannt, häufig in ihren verschiedenen Alterszuständen sehr verschiedene Namen bekommen und die dadurch hervorgebrachte Verwirrung erschwert das Studium dieses Theiles der Botanik ungemein. Sehr willkommen ist daher wohl eine jede genaue Beobachtung und Zeichnung über diese Gegenstände, und äufserst wünschenswerth wäre es, wenn Jeder die sich ihm darbietende Gelegenheit benutzte, den in dieser Hinsicht bisher so drückenden Mangel nach seinen Kräften zu vermindern. Diese Ueberzeugung veranlafst mich mit einigen Beobachtungen hervorzutreten, die wohl nur deshalb nicht überflüssig und nutzlos sein werden, weil ich die betreffenden Pflanzen von der keimenden Spore bis zum ausgebildeten Sporangium verfolgte.

Die eine zur Gattung *Phragmotrichum* gehörende Pflanze hat Aehnlichkeit mit der von Corda unter dem Namen *Phr. lignicolum* beschriebenen und abgebildeten Form. Die Zeichnung ist jedoch zu wenig genau und zu mangelhaft, um entscheiden zu können, wie viel beide Pflanzen mit einander gemein haben, und da das Mycelium gänzlich übersehen ist, ist auch die gegebene Beschreibung unbrauchbar.

Es könnte hiernach voreilig erscheinen, dafs ich die von mir beobachtete Pflanze für ein *Phragmotrichum* ausgebe, obgleich weder Kunze (Mycologische Heft V.) nach Corda *(Icodus fungorum)* eines *Mycelium* erwähnen, da jedoch die von Corda und Kunze gezeichneten Sporangien die nahe Verwandschaft beider Pflanzen nicht verkennen lassen, so bin ich überzeugt, dafs das an dem natürlichen Standorte schwierig zu erkennende *Mycelium* nur übersehen ist und dafs ich durch die Einführung eines neuen Namens der Wissenschaft keinen Nutzen bringen würde.

Ich nenne die Pflanze daher *Phragmotrichum Rumicis*, da ich sie auf den reifen Saamen von *Rumex acetosa* fand; die Farbe des ganzen Haufens war, wie beim *Phr.* wohl gewöhnlich ist, schwarz, bei stärkerer Vergröfserung grünlich. Die Sporangien, elliptisch und durch die darin enthaltenen Sporen in mehrere Fächer getheilt, ähnlich wie Corda es an den *Ph. lignicolum* beobachtete, nur hier in gröfserer Anzahl, und durch die nebeneinander liegenden Sporen waren nicht nur Quer- sondern auch Längsscheidewände gebildet. Die Farbe der Sporangien war, einzeln unter dem zusammengesetzten Mikroskop betrachtet, grün, während das Mycelium fast ungefärbt erschien. Die Stiele der Sporangien waren undurchsichtig und wie es schien, nicht durch Querwände getheilt, während letzteres bei dem Mycelium der Fall war; dafs diese Querwände durch endogene Zellen entstanden waren, wird jedem Beobachter bekannt sein, und auch die beigelegte Zeichnung wird dies, wie die vollständige Entwickelung der Pflanze aus der Spore deutlich machen. Die weitläufige Wiederholung des Wachsthumsprozesses, wie ich ihn in meiner kleinen Schrift: *„De cella vitali"* auseinandergesetzt habe, halte ich nicht für nothwendig, da ich den Leser, der sich für die Bildung der Zellen interessirt, auf jenen Aufsatz verweisen kann.

Nur über die Sporangien mögen mir noch einige Worte erlaubt sein; Kunze nannte diesen Theil der Pflanze: *sporae septato-cellulosae*, ebenso Corda. Endlicher: *sporidia rhombea intus cellulosa,* und so die übrigen Schriftsteller; weifs man jedoch, dafs in diesen sogenannten Sporidien erst sich diejenigen Zellen, die nach

dem Absterben der Mutterpflanze zur Erhaltung der Species dienen, ausbilden, so kann man gewifs den Ausdruck *spora* auf sie nicht anwenden, sondern ist genöthigt, ihn Sporangium zu nennen. Hiemit würde freilich diese Gattung aus der Ordnung der Gymnomyceten verwiesen sein, untersucht man jedoch die übrigen zu dieser Abtheilung gezählten Pflanzen: *Phragmidium, Coryneum, Torula, Puccinia, Uredo etc.* so überzeugt man sich bald, dafs es sich mit Allen ebenso verhält; die eigentlichen Reproductionszellen entstehen innerhalb einer, meistens schon in der äufseren Erscheinung differenten Zelle des vegetativen Systems, und es ist daher hier ebenso wenig eine *spora nuda,* wie bei den Labiaten ein *semen nudum* vorhanden.

Freilich ist nach der Entfernung der Spore von der Mutterpflanze die deckende Hülle nicht immer leicht zu erkennen, da die ungemeine Zartheit der einzelnen Zellmembranen dies oft fast unmöglich macht, zuweilen gelingt es selbst aber auch dann noch, sich von deren Vorhandensein zu überzeugen, wenn man nur die Sporen mit einer Lösung eines indifferenten Salzes oder einer Jod- oder Zuckerlösung behandelt, wodurch nicht selten die verschiedenen Membranen von einander getrennt werden können.

Auf denselben Früchten der *Rumex acetosa,* die ich auf gereinigte und mit verschiedenen Salzen vermengte Kohle gesäet hatte, fand ich einen andern kleinen Pilz, der oberflächlich betrachtet, grofse Aehnlichkeit mit *Penicillium glaucum* hatte. Unter dem Mikroskope zeigte sich jedoch in der Bildung der Sporangien ein bedeutender Unterschied; die sporenerzeugenden Aeste waren hier nicht wie bei dem *Penicillium,* frei, sondern durch eine Hülle, ein Peridiolum, bedeckt. Die Pflanze nähert sich daher der Gruppe der *Mucorinen,* unter denen sie mit der von Corda (Sturm III. t. 31) beschriebenen *Hemicyphe* darin übereinkommt, dafs das Peridiolum bei der Reife der Sporen ringsum zerreifst und abfällt, während die Basis stehen bleibt, sich aber von diesem wie von der ganzen Gruppe dadurch entschieden entfernt, das die Sporen innerhalb dieses Peridiolum ebenso an einander gereiht sind, wie es bei den *Mucedines* der Fall ist. Es nimmt hiernach diese Pflanze die höchste Stelle unter den *Hyphomyceten* ein, wenn es überhaupt noch mit Recht zu diesen gezählt werden darf. Auf jeden Fall bildet dieselbe eine eigene Gattung, der ich den Namen *Peridiomyces* geben möchte und die wegen ihres Habitus *penicillioides* genannt zu werden verdient.

Auch den Wachsthumsprocefs dieser Pflanze habe ich geraume Zeit von der Spore bis zur vollendeten Fructification beobachtet. Das Keimen geschieht ganz in der Weise, wie es zuerst von Ehrenberg beobachtet ist, es ist sehr schwierig zu entscheiden, ob die Verlängerung der Spore der äufsern oder der innern Membran angehört, nur durch Anwendung der oben angegebenen Mittel gelang es mir einige Male, die äufsere, sich bei der Keimung nicht verlängernde Hülle sichtbar zu machen. Die Spore ist hier also noch von einem Theil der Zelle, in der sie entstand, bedeckt, sie verhält sich ähnlich wie die Eier der Insekten, die gleichfalls von einem Theile des Organs, in dem sie entstanden, auch nachdem sie gelegt sind umhüllt bleiben.

Diejenigen Theile der Pflanze, die sich später zum Sporangium ausbilden, unterscheiden sich schon bei ihrer ersten Bildung durch gröfsere Undurchsichtigkeit und durch aufrechte Stellung von dem Mycelium; die Sporangien selbst sind aber im ausgebildeten Zustande so undurchsichtig, dafs über die Bildung der Sporen in ihrem Innern nichts Näheres angegeben werden kann.

Bei der Reife zerreist, wie schon erwähnt, das Peridiolum an der Basis, und löst sich von derselben; befeuchtet man die fructificirende Pflanze mit Wasser, so sieht man gewöhnlich eine grofse Menge jener Hüllen darin umherschwimmen. In dem Mycelium bilden sich kleine Bläschen, die sogenannten *gonidia*, bis zu der Gröfse der Fadendicke aus, ohne dafs sie durch Aneinanderlegen Querscheidewände bilden.

Der Charakter dieser Pflanzengattung würde hiernach dieser sein:

Peridiomyces Krst. *Peridiolum pyreniforme, vesiculosum, hyalinum, apicibus aequalibus ramulorum erectorum floccorum insidens, circumscissum basi aliquamdiu persistente. Sporae globosae, minimae, in* **5—10** *series moniliformes concatenatae. Flocci cespitosi, tubulosi, hyalini, gonidia continentes.*

P. penicillioides *colore virescente in toris parvulis fructus Rumicis acetosae insidens.*

Erklärung der Abbildung.

Taf. IIIb.

Fig. 1. *Spirogyra quinina.*

A. Ein fructificirendes Exemplar.

a. Aeufserste die ganze Pflanze überziehende Membran.

b. Endogene Zellen, durch deren Aneinanderstofsen die Scheidewände gebildet werden.

c. Secundäre endogene Zellen, in denen sich die Spiralen und die Bläschen *d* bilden.

e. Sporangium, in welchem sich die Sporen entwickeln.

f. Eine keimende Spore.

B. Ein mit Jod behandelter Theil der *S. quinina*, die secundäre endogene Zelle hat sich allseitig gelöst und zusammengezogen.

Fig. 2. *Spirogyra Hornschuchii.*

A. Frisches Exemplar.

B. Mit Jod bekandelt, die innerste Zelle hängt mit den schüsselförmigen Einstülpungen zusammen.

Fig. 3. *Phragmotrichum Rumicis.*
a. Ausgebildete Sporangien, die Sporen enthaltend.
b. Spore.
c. Dieselbe keimend.
d. Mycelium.

Fig. 4. *Peridiomyces penicillioides.*
A. Nat. Gr. auf einer Rumexfrucht.
B. 500 Mal vergröfsert.
a. Sporangien.
α. Basis des Peridiolum.
C. Peridiolum, von der Mutterpflanze getrennt.
D. Keimende Sporen.

De cella vitali.

1843.

Ingressus historicus.

Historiam si contuemur cognitionis cellae, demum microscopio invento, virorum doctissimorum animos hanc in formationem subtilem directos esse, reperimus. Etenim quibus Theophrastus utitur verbis *σάρξ, φλέβας, ἶνας, ξύλον* fortasse ut parenchyma, venas foliorum, vasa spiralia et lignum significet ex plantae particulas indicant quae cuique plantam aliquam accuratius inspicienti in oculos cadunt, neque ullo modo examine quodam penitiore inventae sunt. Cellosa autem plantarum structura generalis multis in organis, inermibus etiam oculis, perspicua est. Magnum inde hominum maxime ingeniósorum, quum microscopium adhiberi coeptum est, studium excitatur. Sed quum in animalium organismo nihil cellarum simile esse omniaque fibris atque membranis composita viderentur haec opinio praesumpta nostris demum temporibus refutata rectam veramque cellae que est in plantis cognitionem diutissime impedivit. Nimio enim comparationum faciendarum studio factum, ut, quae de animalium structura constare viderentur ea statim ad plantas etiam transferrentur. Itaque illic falsa hic erant falsissima. Abjectis igitur opinionibus quum prima cellae vegetativae formatio ejusque mutatio accuratius esset perlustrata, etiam animalium telas cellis constare repertum, atque has plantarum cellis similes esse affirmatum est.

Primus autem Rob. Hooke (Micrographia London 1667) plantarum structuram cellosam memorat, quam ipse microscopiis a Cornel Drebbel compositis et in Brittanniam delatis conspexerat.

Accuratam vero de plantarum structura expositionem Marcello Malpighio, anatomiae microscopicae animalium patri debemus, qui anatomia sua plantarum (Anatome plantarum 1625), aggregatum aliquod esse dicit utriculorum, qui toto circuitu occlusi a vicinis segregati sunt. Idem Malpighi est pater anatomiae plantarum.

Paucis annis post etiam Nehemias Grew (Anatomy of plants 1682) eandem materiam tractavit, qui telae cellosae e globulis et vesiculis compositionem observans, telas plantarum cum cerevisae muco comparat et cellarum parietes fibris compositas esse dicit.

Die organische Zelle.

Taf. I. Fig. 8—13 und Taf. IIb.

Geschichtliche Einleitung.

Die Untersuchung der organischen Zelle ist eine höchst subtile Aufgabe und die Gelehrten haben sich daher mit ihr erst nach Erfindung des Mikroskopes ernstlich befafst. Denn die Ausdrücke des Theophrastus: *σάϱξ*, *φλέβας*, *ἶνας*, *ξύλον* die er braucht um etwa Parenchym, Blattnerven, Spiralgefäfse und Holz zu bezeichnen, sind derartige, dafs sie offenbar Jedem in die Augen fallende Pflanzentheile erwähnen, zu deren Erkenntnifs keine gründlichere Untersuchung nöthig ist. Der durchgängig zellige Bau der Pflanze ist aber an vielen Organen derselben, auch für das unbewaffnete Auge ersichtlich und viele suchten ihn näher zu ergründen, nachdem das Mikroskop erfunden war. Aber da ein thierischer Organismus nichts zellenartiges, sondern nur aus Fasern und Häuten zusammengesetzt zu sein schien, so verhinderte diese vorgefafste Meinung, die erst in der Neuzeit widerlegt worden ist, lange die richtige Erkenntnifs der Pflanzenzelle. Die übergrofse Sucht nach Analogien bewirkte, dafs auf die Pflanzen übertragen wurde, was in Bezug auf den Bau der Thiere festzustehen schien. Das hier Falsche war also dort ganz falsch. Erst nachdem die vorgefafsten Meinungen aufgegeben waren und nachdem man die erste Entstehung der Pflanzenzelle und die mit ihr vorgehenden Veränderungen gründlicher erforscht hatte, kam man zu der Erkenntnifs, dafs auch die thierischen Gewebe aus Zellen bestehen, die denen der Pflanzen sehr ähnlich sind.

Zuerst erwähnt Rob. Hooke die zellige Struktur der Pflanzen, die er selber durch Mikroskope erkannt hatte die von Corn. Drebbel gemacht worden waren.

Eine genaue Darstellung des Baues der Pflanzen verdanken wir dem Marcellus Malpighi, dem Vater der mikroskopischen Anatomie der Thiere. Er bezeichnet in seiner Anatome plantarum 1675 dieselben als ein Aggregat von Schläuchen, die in ihrem ganzen Umfange geschlossen sind und mit den benachbarten keine Communication haben. So ist Malpighi auch der Gründer der Pflanzenanatomie.

Einige Jahre später behandelte Nehemias Grew denselben Gegenstand. Dieser beobachtete, dafs das Zellgewebe aus Kügelchen und Bläschen bestehe; er vergleicht die vegetativen Gewebe mit dem Schaum des Bieres und behauptet die Zellwände seien von fasriger Struktur.

Etiam Chr. G. Ludwig (Institutiones regni vegetabilis Lips. 1757) fibrosas esse cellarum parietes censet, id quod etiam nostra aetate nonnulli defendunt.

K. Fr. Wolff in theoria sua generationis 1774, quae Grew adumbravit exponit, cellasque sola esse intervalla in medio homogeneo censet.

Contra Link jam dissertatione sua de vasis plantarum (Römers Archiv 1805) cellas organa peculiaria, absoluta appellat, quibus nulli sunt parietum pori, nulla foramina quae ad proximam ducant. Secuti sunt hunc ducem phytotomi summi: Rudolphi, Sprengel, Mirbel aliique.

De formatione cellarum huc usque nondum multa erant disputata, acquiescebant enim hac in opinione cellas construi vesiculis, quae liquore organismi continentur, quam opinionem Sprengel quoque adoptavit, quum antea granulas amyli habuerit cellas juniores, id quod nuper etiam Treviranus defendit. Quin Du Petit Thouars amyli granulas antea virescentes in cellas extendi observasse vult.

Raspail (Mém. de la soc. l'hist. nat. de Paris 1827. T. 3. Chimie organique) post examen de amylo atque adipe suam novam proposuit theoriam de organicae substantiae explicatione, eique probatum erat, cuique cellae inesse vim procreandi recentes cellulas structura atque viribus similes; esse funiculo quodam umbilicali cum vetere conjunctas atque pari generandi vi exstructas, ut idem processus repeti possit infinitus. Verisimile ei videbatur, ut membrana cellae, quae recens structura egere videretur, granulis constaret, quae circa axem qui tantum modo ad cogitationem valet lineam anguineam formarent. Quas cellas tanquam atomos animantium cum crystallorum atomis comparans hanc eorum temperationem appellat: „crystallisation vesiculeire.“ —

Iam Dutrochet (Mém. pour servir à l'hist. anatom. et physiol. des végétaux et des animaux II.) telam fibrosam corporum animantium cum plantarum vasis, quae ex cellulis in unum confusis orta essent, comparavit; praeterea glandularum elementa ac cerebri substantiam corticalem vesiculas esse agnovit. Etiam conjecit naturam idem sequi consilium in omnibus animantibus construendis, omnia agglomerata esse cellis plus minusve mutatis, quae principio externa specie similes, deinde solummodo eo quod continerent diversae essent. Quum vero esset diversum quod continerent, etiam conjici posse membranas esse diversas, quibus formarentur cellae eaque quae cortinerent secernerentur.

Etiam Mirbel cellis gerandi quandam vim attribuit sed tamen generatas ori extra generantes dicit.

Meyen (Phytotomie 1830 et Physiologie. 1837) similiter ac Raspail cellarum membranas formas secundarias e granulis primitivis compositas esse dicit. In physiologia sua contendit cellarum membranam compositam esse fibris spiraliter contortis. Nemo amplius, qui Grewii opinones defendat, spero evadet.

Etiam Mohl acutus ille rerum naturae investigator, qui optime Grevium et Meyen refutavit eo deductus est, ut atomorum sequens doctrinam atomos in membrana cellarum memoraret (Flora T. 22).

Alio Rob. Brown animos omnia explorantes direxit eos advertens ad corpus

Auch Chr. G. Ludwig theilt dieselbe Ansicht in Bezug auf den Bau der Zellwände und auch in der Neuzeit hat sie noch ihre Anhänger.

K. Fr. Wolff folgt in seiner Zeugungstheorie Grew's Vorstellungen; er meint die Zellen seien einfache Lücken in einer gleichartigen Masse.

Link dagegen hat schon in seiner Abhandlung über die Gefäſse der Pflanzen die Zellen als eigenthümliche Organe bezeichnet, die völlig abgeschlossen sind, deren Wände keine Poren oder sonstige communicirende Oeffnungen haben. Seiner Ansicht sind die bedeutendsten Phytotomen: wie Rudolphie, Sprengel, Mirbel u. a. gefolgt.

Ueber die Entstehungsweise der Zellen waren bisher noch keine bedeutende Untersuchungen angestellt worden. Man beruhigte sich bei der Ansicht, sie entständen aus Bläschen, die in der Flüssigkeit des Organismus enthalten sind. Auch Sprengel nahm diese Ansicht an, während er früher die Amylumkörnchen für jüngere Zellen hielt. Neuerdings hat noch Treviranus diese Ansicht vertheidigt, und Du Petit Thouars wollte sogar ausdrücklich beobachtet haben, wie die Amylumkörnchen vorher grün würden und sich dann zu Zellen ausdehnten.

Raspail trug nach seiner Untersuchung des Amylum und des Fettes seine neue Theorie von der Entwicklung der organisirten Körper vor. Er war der Meinung, jede Zelle besitze die Kraft, neue Zellen von gleicher Structur und von gleichen Eigenschaften hervorzubringen; diese seien gleichsam durch einen Nabelstrang mit der alten verbunden und mit gleicher Zeugungskraft ausgestattet, so daſs derselbe Vorgang sich unendlich oft wiederholen könne. Ihm schien es wahrscheinlich, daſs die Zellwand, die im jugendlichen Zustand keine Struktur zeiget, aus Körnchen bestehe, die um eine gedachte Axe eine Spirale bildeten. Diese Zellen vergleicht er als lebendige Atome mit denen der Krystalle und spricht demgemäſs von einer „crystallisation vésiculaire." —

Dutrochet verglich schon das fasrige Gewebe der Thierkörper mit den Gefäſsen der Pflanzen, die aus zusammengeflossenen Zellen entstanden seien. Er erkannte überdies, daſs die Elemente der Drüsen und der Corticalsubstanz des Gehirns Bläschen seien. Er vermuthete auch, daſs die Natur dasselbe Princip in der Struktur aller lebenden Wesen verfolge. Alles bestehe aus zusammengehäuften mehr oder weniger veränderten Zellen, die anfänglich der äuſseren Erscheinung nach einander ähnlich, sich später nur durch ihren Inhalt unterschieden. Da sie aber dem Inhalte nach verschieden seien, so könne man auch vermuthen, daſs die Häute, welche die Zellen darstellen, gleich dem von ihnen abgesonderten Inhalte verschieden seien.

Auch Mirbel schreibt den Zellen eine Zeugungskraft zu, läſst aber die erzeugten ebenfalls auſserhalb der erzeugenden entstehen.

Meyen behauptet in ähnlicher Weise wie Raspail, daſs die Zellhäute sekundäre, aus primitiven Körnchen gebildete Formen seien. In seiner Physiologie sagt er, daſs die Zellhaut aus spiralig gewundenen Fasern bestehe. Hoffentlich wird kein weiterer Vertheidiger von Grew's Ansichten auftreten.

Selbst der gründliche Mohl, der in trefflichster Weise Grew's und Meyen's Ansichten wiederlegt hat, wurde veranlaſst von Atomen in der Zellhaut zu sprechen, indem er der atomistischen Anschauungsweise huldigte.

In eine andere Richtung lenkte Rob. Brown die Aufmerksamkeit, indem er

culum ubique in cellis Orchidearum aliarumque familiarum monocotylearum repertum, quem nucleum cellae appellavit. Mox corpus hoc obscurum atque hucusque omissum universis in plantarum deinde etiam animantium telis cellulosis repertum, unde quanti momenti sit conjici licuit, paullo post auctor membranae cellae habebatur.

Unger (Aphorismen zur Anat. und Physiol. der Pfl. Wien 1838) partim Grewii de telis vegetativis sequens opinionem cellas esse solas lacunas in muco organismi, qui sit fundamentum formarum omnium vegetabilium, etiam nucleo in cellis formandis partes tribuit. Processu quodam chemice organico certis locis muci coagulationem effici atque nucleum ita formatum quum crescat condensare magnopere materiam homogeneam mucosam itaque membranam formari, quae initio a muco distingui non possit. — Eodem anno (Müller's Archiv 38) certius atque distinctius Schleiden contendit cellam nucleo formari, vesiculam praeterea in nucleo reperit, quam formationem primariam habuit. Ex observationibus ab hoc factis in minoribus nucleis vesicula ut granum apparet, quod plane deest maxime subtilibus. Quam circa vesiculam nucleum ut granulosam coagulationem formari, quo absoluto cellae junioris membranam muci validiore attractione formatam a superficie ejus erigi, quam cellam exinde per intussusceptionem crescere ac per endosmosin extendi. Absoluta in cella circa cytoblastum deinde novam formari membranam, sed hanc alteram membranam uno tantum in cytoblasti latere formari posse atque concretam cum antea formata totum demum circumcludere cytoblastum, qui affixus semper uno in membranae cellae latere hoc loco non permittat endosmosin. Nonnunquam etiam complures novos cytoblastos in cella absoluta formari, et circa singulum quemque membranam, quod factum saepius repeti possit. Schleiden his in opinionibus suis nitebatur observationibus quas in disquisitionibus ingeniosis de embryonis origine, explicatione in tubo polliniario et de cellarum formatione in sacculo embryonali instituerat.

Quae Schleidini opinio cum eloquentia atque animi quodam fervore exposita magno cum applausu tam a botanicis quam a zoologis accepta erat. Hi enim nonnulla de partium elementarium formatione observarant quae hac cum opinione de vegetabilium incrementis congruere videbantur. Viderunt enim C. H. Schulz in sanguinis globulis, Valentin in cellis pigmenti, Wagner in ovo et Henle in cellis epidermidis et epithelii nucleum praeexistere et cellam paullatim circa illam increscere.

Quam tulit Schleiden legem, phanerogamis omnibus cellulas juniores in veteribus originem habere, eam jam antea Armand de Quatrefages et Dumortier in embryonibus gastropodum proposuerant.

Tum vero Schwann in scenam prodiit, omnesque fere partes elementarias animalium cellis compositas esse probavit, id quod jam antea Raspail et Dutrochet conjecerant. In animalibus endogeneam cellarum formationem rarius quam exogeneam invenit; de vera cellae origine ipse nullas fecerat observationes, immo Schleidenii theoriam, minime in dubium vocatam adoptavit. Cellarum formationem

auf ein Körperchen hinwies, welches überall in den Zellen der Orchideen und anderer monokotylen Pflanzen vorkommt, und das er Zellkern genannt hat. Bald wurde dieses bisher übersehene Körperchen in allen Zellgeweben der Pflanzen und Thiere aufgefunden, und es liefs sich aus diesem Umstande ein Schlufs auf seine grofse Bedeutung machen, wefswegen es für den Urheber der Zellhaut gehalten wurde.

Unger welcher theilweise der Ansicht Grew's über die Pflanzengewebe folgte, dafs die Zellen nur Lücken des organischen Schleimes seien, welcher die Grundlage aller Pflanzenformen bilde, schrieb auch dem Zellkern eine Rolle bei der Bildung der Zellen zu. Durch einen organisch-chemischen Procefs werde an gewissen Stellen eine Gerinnung des Schleimes bewirkt und der so gebildete Zellkern verdichte während seines Wachsthumes in hohem Grade die gleichartige schleimige Masse, und so entstehe die Zellhaut, die anfangs von dem Schleime nicht zu unterscheiden sei. — In demselben Jahre behauptete Schleiden noch bestimmter und klarer, dafs die Zelle durch den Zellkern gebildet werde. Er entdeckte aufserdem innerhalb desselben ein Bläschen, welches er für die primäre Bildung hielt. Nach seinen Beobachtungen erscheint dieses Bläschen in den kleineren Zellkernen wie ein Körnchen und fehlt den kleinsten gänzlich. Um dieses Bläschen bilde sich der Zellkern als eine körnige gerinnende Masse und nachdem dieser fertig, werde durch stärkere Attraktion des Schleimes die Zellhaut der jungen Zelle gebildet; diese hebe sich von seiner Oberfläche ab und die Zelle wachse nun durch Intussusception und dehne sich durch Endosmose aus. In der fertigen Zelle bilde sich dann um den Cytoblast eine neue Haut, diese aber nur an einer Seite des Cytoblasten, so dafs sie mit der früher gebildeten vereint den ganzen Cytoblast umschliefse. Dieser immer seitlich an der Zellhaut befestigt, gestatte an dieser Anhaftungsstelle keine Endosmose. Nicht selten würden auch mehrere neue Cytoblasten in der fertigen Zelle gebildet und um jeden einzelnen eine Membran und könne dieser Vorgang sich öfter wiederholen. Schleiden stützte diese seine Ansichten auf Beobachtungen, die er bei seinen talentvollen Untersuchungen über den Ursprung des Embryo, über dessen Entwicklung im Pollenschlauch und über die Bildung von Zellen im Keimsack angestellt hatte.

Diese von Schleiden mit Beredsamkeit und Feuer vorgetragene Ansicht wurde von Botanikern nnd Zoologen beifällig aufgenommen. Diese hatten nämlich einige Beobachtungen über die Bildung elementarer Theile gemacht, welche mit dieser Ansicht über die Anfänge der Pflanzen übereinzustimmen schienen. Es sah nämlich C. H. Schulz in den Blutkörperchen, Valentin in den Pigmentzellen, Wagner im Ei und Henle in den Zellen der Epidermis und des Epitheliums einen Kern vorgebildet und die Zelle allmählig um diesen sich bilden.

Das Gesetz, welches Schleiden für alle Phanerogamen aufstellte und wonach die jüngeren Zellen in den älteren entstehen, dasselbe hatte schon Armand de Quatrefages und Dumortier bei den Embryonen der Gastropoden erkannt.

Nun aber trat Schwann auf und wies nach, dafs fast alle elementaren Bestandtheile der Thiere aus Zellen bestehen, wie schon früher Raspail und Dutrochet vermuthet hatten. Bei den Thieren fand er die endogene Zellenbildung seltener als die exogene. Ueber den eigentlichen Ursprung der Zellen hatte er selber keine Beobachtungen gemacht, vielmehr folgte er der Schleiden'schen Theorie

ex generali attrahendi vi materiae insita, crystallisationi analoga, deducit, quod idem jam antea Raspail significaverat et similitudinem quae intercedit libro suo (Mikroskopische Untersuchungen über d. Uebereinstimmung d. Wachsthums d. Pfl. u. Thiere. 1839) ingeniosissime exponit. Idem vero etiam difficultatem agnoscit explicandi hoc modo cellae incrementi; appositio enim et intussusceptio, quamvis diversissimae, invicem se substituentes erant ponendae. Quam difficultatem posita vi quadam metabolica, quam cellae membranae nucleoque adscripsit amovere conanatur. Haud prospere vero. Minime enim novis positis viribus res cognoscuntur, praeterea vis haec metabolica eadem est ac physiologorem veterum vis illa vitalis.

Ascherson (Müller's Archiv 1840) aliam cellarum formationis theoriam instituit, observatione illa nisus, quod albumen ovorum cum oleo mixtum strato, membranae simili, tegitur. Omnium cellarum principium olei guttam esse putat, circum quam materia albuminis ad membranam condensatur. Olei guttae quae in omnium telarum cellis inveniuntur, e sanguinis corpusculis oriuntur, sed e plasmate membrana. Unde vero sanguinis corpuscula, quae secundum ejus sententiam omnia oleo constent, illud oleum desument non dixit.

Quam ut theoriam veram et accipiendam esse credat, inde cogitur Ascherson, quod utramque aliam theoriam, que praeter suam proponi possint, probare nequit; cum altera alementaris globulus positus sit, altera illa non explicetur res, quomodo, vi occulta non adhibita, gutta, vel in medio homogeneo liquore, vel cum solidis corporibus eodem liquore saturatis, conjuncta, satis isolari possit ut globi formam assumat.

Plurimi vero scriptores quam Schleiden et Schwann de cellarum formatione proposuerunt theoriam plane sunt secuti, dum suas observationes adaequant; cum alii quominus haec lex omnino sit vera dubitaverint.

Vogt (über Alytes obstetricans 1842) nucleolos esse eam rem quae nucleum formaret plane negavit, sed a quibusdam cellarum generibus posteriore tempore nasci dixit. Nucleum vero semper adesse, rationem autem nucleorum diversis cellis mutari, modo solidum granosum corpus modo cavam vesiculam cum tenuibus parietibus videri esse; neque nucleum ipsum semper ad cellas formandas recessarium esse, cum et post cellam et ante oriatur; quod si alterum accidat nucleos, cum primam illos circumdantem membranam deleverint, altera cellae membrana iterum involvi. Tales nucleos esse Wagneri maculos. Tertio Vogtius et nucleos et cellarum membranas simul quasi oriri credit, tamen aliquantum illas a nucleo distare; tam arcte circum nucleum poni illas quam Schleiden putavit, plane negare videtur. Ex Vogtii sententia cellae aut libere in liquido vel solido cytoblastemate aut in cellis jam ortis aut cella una in duas novas divisa nascuntur cum constringendo dissepimenta transversaria formentur.

ohne alles Bedenken. Die Zellenbildung leitet er aus einer allgemeinen der Materie anhaftenden Anziehungskraft ab, die etwa der Krystallisation analog zu denken sei, was ebenfalls schon früher Raspail angedeutet hatte. Er setzt in seinem Werke: „Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung des Wachsthums der Pflanzen und Thiere" die bestehende Aehnlichkeit in geistreicher Weise aus einander. Zugleich erkennt er aber auch die Schwierigkeit an auf diese Weise das Wachsthum der Zelle erklären zu wollen. Er mufste nämlich zu gleicher Zeit Apposition und Intussusception, offenbar sich widersprechende Akte, voraussetzen. Um sich zu helfen schrieb er der Zellhaut und dem Zellkern eine metabolische Kraft zu. Das war kein glücklicher Gedanke; denn erstlich ist der Naturforschung durchaus nicht mit der Annahme neuer Kräfte gedient, und überdies ist diese metabolische Kraft nicht um ein Haar verschieden von der sogenannten Lebenskraft der älteren Physiologen.

Ascherson stellte eine andere Theorie über Zellenbildung auf, indem er sich dabei auf die Beobachtung stützte, dafs bei einem innigen Gemenge von Oel und Eiweifs, Tropfen des ersteren von einer Schicht, die einer Haut ähnlich ist umhüllt werden. Er bezeichnet nun Oeltröpfchen als Anfang aller Zellen und eine Schicht von Eiweifs soll sich um dieselben zu einer Haut verdichten. Die Oeltropfen, welche in den Zellen aller Gewebe gefunden werden, entständen aus den Blutkörperchen, die Zellhaut aber aus dem Plasma. Woher aber die Blutkörperchen, die nach Ascherson's Meinung alle aus Oel bestehen, dasselbe nehmen, sagt er nicht.

Diese seine Theorie für richtig zu halten, wird A. schon daher genöthigt, weil er die beiden anderen Theorien, die aufser der seinigen aufgestellt werden können, nicht zu billigen vermag. In der einen wird ein Elementarkügelchen angenommen, nach der anderen bleibt unerklärlich, wie ein Tropfen ohne Annahme einer verborgenen Kraft, sei er nun mitten in einer gleichartigen Flüssigkeit oder mit festen Körpern verbunden, die mit derselben Flüssigkeit gesättigt sind, hinlänglich isolirt werden könne, um die Form einer Kugel anzunehmen.

Die meisten Schriftsteller folgten der Schleiden-Schwann'schen Theorie über Zellenbildung vollständig, indem sie ihre eigenen Beobachtungen derselben anpafsten; andere bezweifelten dagegen die allgemeine Gültigkeit derselben.

Vogt leugnet überhaupt, dafs die Kernkörperchen bei Bildung des Zellkernes betheiligt seien, sie würden vielmehr von manchen Gattungen der Zellen erst nachher erzeugt. Der Zellkern dagegen sei immer vorhanden, seine äufsere Erscheinung aber bei verschiedenen Zellen verschieden; bald habe er das Ansehen einer festen körnigen Masse, bald das eines hohlen Bläschens mit zarten Wandungen. Auch sei der Zellkern selber nicht immer zur Zellenbildung nöthig, da er bald vor, bald nach derselben entstehe. Im ersteren Falle würden die Zellkerne nach Zerstörung der ersten sie umgebenden Haut abermals durch eine Zellhaut eingehüllt. Solche Zellkerne seien die Keimflecke (Wagner'sche Flecke). Drittens glaubt Vogt, dafs Zellkerne und Zellhäute gleichsam zugleich entständen, letztere jedoch in einiger Entfernung von dem Zellkern; er scheint durchaus zu leugnen, dafs sie so dicht um den Zellkern gebildet werden, wie Schleiden glaubt. Nach Vogt's Meinung entstehen die Zellen entweder 1) frei in dem flüssigen oder festen Cytoblasteme oder 2) in schon gebildeten Zellen oder 3) indem eine Zelle sich in zwei theilt, so dafs durch Einschnürung die Querwände gebildet werden.

Jam vero multis a me observatis factum est, ut discederem ab his virorum doctorum expositis opinionibus, quas meas de re subtilissima jam exponam.

Expositio generalis de partibus solidis, quae sunt in organismis.

Variae sunt materiarum, quibus constant organa, formae, ipsis illis minoris majorisve momenti, magni vero omnes ei, qui naturam rerum indagare cupit. Mutua enim comparatione singula quaeque recte cognosci possunt.

Praeter materiam enim forma distinta egentem crystalla, guttas, grana, vesiculas cellasque in organismis reperimus, et haec animo attento sunt consideranda. Formata haecce omnia sunt ex materia liquida homogenea quae sola penetrare potest membranas poris egentes, unde facile explicari posse videtur guttarum existentia et crebra quidem, id quod antiquis contigit naturae indagatoribus. Ubique enim guttas videbant quas adipem esse fingebant. Multas vero jam cellas et vesiculas agnoverunt, reliquae agnoscentur.

Variis rationibus explicari potest guttarum harum existentia quas jam Brücke (de diffusione humorum per septa mortua et viva) memoravit. Poni enim potest, adipem intra organismum ex elementis formari, quae conjuncta, in blastemate liquido solubilia, adducerentur, — vel etiam adipem formatum solummodo blastematis vi solutum fuisse atque mutatum hunc in liquorem homogeneum atque ita aptum esse factum ad membranam penetrandam, in cellis vero atque vasis, mutatis mediis solventibus, pristinam recepisse formam, — vel denique inter telas formandas etiam cellae exstiterunt (quas in animalibus villi et vasa lymphatica complectuntur) quae ab initio liquore oleoeo imbutae aptae sunt ad oleum, reliquae ad liquorem aquosum perducendum. Quae opinio extrema minime verisimilis nec ulla experientia nisa prorsus omittenda videtur. Etiam reliquae supra memoratae nonnullas movent difficultates. Sive enim adeps ex solutione secernitur sive ex aliis conjunctionibus formatur, haecce tamen semper fiunt in liquore magis minusve albuminoso vel mucoso, quo particularum minutissimarum congressus impeditur. Unde igitur guttae illae magni voluminis? Etiam hic, — id quod abhorreret ab omni experientia, — liquor aquosus in telis organicis sumendus esset, ne quid particularum illarum conjunctioni obstaret. Sed quod adeps in liquoribus mucosis, solvi semper inclinatus est. (Quae ipse feci hac de re experimenta oleum et materiam albuminoso — mucosam mutua

Viele von mir angestellte Beobachtungen haben mich zu anderen von dem Dargestellten abweichenden Ansichten geleitet. Diese werde ich nun in dem Folgenden darstellen.

Die geformten Bestandtheile der organischen Körper.

Die Formen der Stoffe aus denen die Organe bestehen sind verschieden, und für diese selber von gröfserer oder geringerer Bedeutung, von sehr grofser aber insgesammt für denjenigen, welcher die Natur derselben erforschen will; denn durch wechselseitige Vergleichung kann jedes einzelne richtig erkannt werden.

Aufser der formlosen Materie finden wir nämlich noch Krystalle, Tropfen, Körner, Bläschen und Zellen in den organischen Körpern; Alles Dinge, die mit Aufmerksamkeit zu untersuchen sind. Sie sind alle aus dem flüssigen gleichartigen Stoffe gebildet, welcher allein die porenlosen Häute durchdringen kann. Daher scheint sich denn auch leicht das häufige Vorkommen von Tropfen zu erklären, wie solches die alten Naturforscher annahmen; welche überall Fetttropfen sahen, die jetzt theils für Zellen und Bläschen erkannt worden sind, theils werden erkannt werden.

Das Vorhandensein dieser Tropfen kann auf verschiedene Weise erklärt werden, wie das schon Brücke that. Man kann erstens annehmen, dafs das Fett innerhalb des Organismus aus seinen Elementen gebildet werde, indem diese zusammen, als im flüssigen Blasteme lösliche Stoffe, zugeführt werden. Man kann aber auch zweitens vermuthen, dafs das Fett durch die chemischen Eigenschaften des Blastems in diesem zu einer homogenen Flüssigkeit gelöst und so geeignet gewesen sei die Haut zu durchdringen, dafs es aber dann innerhalb der Zellen und Gefäfse, unter dem Einflusse anderer Lösungsmittel seine frühere Form wieder angenommen habe. Drittens kann man aber auch sich vorstellen, es habe bei der Bildung der Gewebe auch Zellen gegeben (wie etwa in den thierischen Drüsenzotten und den lymphatischen Gefäfsen) die von vorn herein mit fettigen Stoffen durchtränkt, geeignet sind eben solche durchzulassen, während andere aber nur wässerige aufnehmen. Diese dritte Erklärungsweise ist durchaus unwahrscheinlich und auch die beiden vorher angegebenen haben ihre Schwierigkeiten. Denn mag man sich das Fett aus einer Lösung abgesondert oder aus anderen Verbindungen gebildet denken, so hat dieser Vorgang doch immer in einer mehr oder weniger eiweifshaltigen oder schleimigen Masse Statt. Dadurch wird aber nothwendig die Vereinigung der kleinsten Fetttheilchen verhindert. Woher denn also jene Tropfen von gröfserem Umfange? Man müfste auch im Widerspruch mit aller Erfahrung in den organischen Geweben wäfsrige Flüssigkeiten voraussetzen, die der Vereinigung jener kleinsten Fetttheilchen keinen Widerstand leisten. Weil aber Fett immer dazu geneigt ist, in schleimigen Flüssigkeiten sich vollständig zu lösen, so werden auch Fetttropfen darin immer ohne bestimmte klare Umrisse erscheinen und läfst sich daraus die Folgerung ziehen, dafs sie von keiner Membran umhüllt sind. (Meine eigenen Versuche haben

homogenea solitione teneri me docuerunt. Etiam Berzelius, Thierchemie p. 165, Braconnotii similia memorat). Hoc liquore haud ita certis finibus adipis guttae circumscriptae apparebunt, qua ex re non adesse membranam involventem conclui potest. Emulsiones ex oleo cum ovorum albumine aut gummi aut seminibus oleum continentibus paratae, olei guttas diversissimarum et formarum et extensionum amplectuntur. Majores certe ovalem, ellipticam aut plane irregularem formam facile assumunt, ut a vesiculis facillime sint secernendae; difficilius vero est in minimis guttulis, quippe quae minoris ponderis causa in mucosis liquoribus suspensae globi formam non amittant. Neque chemicis neque mechanicis remediis certe finem assequeris, ut num propria circumdans membrana adsit nec ne judices, cum hae parvae guttulae difficillime se consocient, id quod in hydrargyro constat; et chemicis remediis adhibitis difficile dijudicatur num propria membrana an mucus dense circumcludens mutatus sit. Neque atri margines membranam certe probant, quippe qui refractione quoque lucis radiorum oleo puro per aquam disperso accidant. Nihil igitur restat, nisi ut ex universa rei propositae ratione concludas, num membrana propria adsit nec ne, et ut aliqua certitudine hac de re judices, has membranas aliquo modo aut divulsis illis aut solvuta et circumdante materia et contenta re ante oculos ponas.

Multo facilius quam guttae crystalli et grana cognoscuntur; priores plerumque cum aequa planitie, angulis et marginibus earundem formarum ac extra organismum inveniuntur, et organicae materiae, ex qua enascuntur, aliquid in se inclusum continent, id quod in crystallisatione omnino non raro accidit.

Aggregatio crystallorum cellae spatium interdum plane complet, et cellae membrana arcte est involuta, saepe vero crystalli obtegunt grana et vesiculas quae in interiore cella sunt, quem ad modum solidis corporibus adhaerescere omnino solent.

Numerosissima vero omnium formarum est amorphorum granorum quae sub diversissimis et extensionibus et formis ex organica materia quae adest nascuntur, cum majora ex mucosa et albuminosa materia soluta conglutinentur, minora saepe moleculariter moveantur et sub fortiore microscopio vesiculae appareant. Horum corporum plurima per vegetationis processum rursus liquefiunt, et cum blastemate circumdante resorbentur, compluria vero ad superiores formationes, ad vesiculas cellasque explicantur. Quae granorum ambo genera ex dignitate tam diversa jam in prima aetate inter se discernere non contingit, utraque fusca puncta plus minusve acute distincta esse videntur.

Vesiculam organicam voco eam membranam, quae in globi formam clausa assimilatione substantiam suam auget et in cujus intima parte propriae materiae ut oleum vel pigmentum vel amylum etc. colliguntur.

Primam eorum formationem microscopio non jam cognosces, post aliquod vero tempus ex granosa blastematis materia omnis explicationis gradus e minimo grano usque ad vesiculam optime perspiciendam evolvi videbis, quas vesiculas expansione, non granorum aggregatione enasci constat, id quod explicationis gradus ratione relativa habita aliquam extensionem habere extra omnem dubitationem ponit. Certissimo et unico modo vesiculam a guttula discernes, si membranam ejus ubique

mich überzeugt, dafs Oel und eiweifshaltig-schleimige Stoffe eine durchaus gleichartige Lösung bilden. So auch Braconnot, Berzelius Thierchemie p. 165). Emulsionen aus Oel mit Eiweifs, oder Gummi oder ölhaltigen Samen zeigen Oeltropfen von sehr verschiedenen Formen und von verschiedenem Umfange. Die gröfseren nehmen leicht eine ovale, elliptische oder gänzlich unregelmäfsige Form an, so dafs sie von Bläschen leicht zu unterscheiden sind; schwieriger wird die Unterscheidung bei den kleinsten Tröpfchen, die ihres geringeren Gewichtes wegen in den schleimigen Flüssigkeiten suspendirt die Kugelform behalten. Weder durch chemische noch durch mechanische Mittel kommt man zur Entscheidung der Frage, ob eine eigene umhüllende Haut vorhanden sei, da diese kleinen Tröpfchen sich sehr schwer vereinigen, wie das selbst vom Quecksilber feststeht. Auch die dunklen Ränder geben keinen Beweis für eine Haut; denn diese entstehen auch durch Refraktion des Lichtes bei Oeltropfen in reinem Wasser. Es bleibt also nichts weiter übrig, als aus Berücksichtigung aller Umstände einen Schlufs zu ziehen und um mit Gewifsheit zu entscheiden, ob eine Haut vorhanden sei oder nicht, mufs man entweder eine mechanische Zerreifsung vornehmen oder unter dem Einflusse chemischer Mittel Umhüllung und Inhalt gesondert darstellen.

Viel leichter als die Tropfen werden die Krystalle und Körner erkannt. Die ersteren haben meistens ihre charakteristischen Formen, wie aufserhalb des Organismus. Sie enthalten gewöhnlich etwas von der organischen Masse, woraus sie entstehen, eingeschlossen, was bei der Krystallisation überhaupt nicht selten geschieht,

Ein Krystallhaufen erfüllt bisweilen gänzlich den Raum der Zelle und die Zellhaut umschliefst denselben ganz dicht; oft aber bedecken die Krystalle Körner und Bläschen, welche im Innern der Zelle sind, wie sie überhaupt sich an feste Körper anzuhaften pflegen.

Am allerhäufigsten kommt die Bildung amorpher Körner vor, die in verschiedenster Gröfse und Gestalt aus der vorhandenen organischen Masse entstehen, indem die gröfseren sich aus aufgelöster eiweishaltiger schleimiger Masse zusammenballen, die kleineren oft eine Molekularbewegung zeigen und unter einem stärkeren Mikroskope als Bläschen erscheinen. Die meisten von diesen werden im Vegetationsprocefs wiederum flüssig und mit dem umgebenden Blasteme resorbirt, viele von ihnen aber entwickeln sich zu höheren Bildungen und zu Bläschen und Zellen. Diese beiden ihrer Natur nach so verschiedenen Körnerarten lassen sich aber von vorn herein nicht von einander unterscheiden; beide erscheinen als dunkle mehr oder weniger deutlich zu unterscheidende Punkte.

Ein organisches Bläschen nenne ich eine Haut, die kugelförmig in sich geschlossen durch Assimilation ihre Substanz vergröfsert und in deren Innern sich besondere Stoffe wie Oel, Pigment, Stärke u. s. w. ablagern.

Ihre erste Bildung läfst sich unter dem Mikroskope nicht erkennen; nach einiger Zeit aber sieht man aus dem körnigen Bildungsstoffe alle Entwicklungsstufen vom kleinsten Körnchen an bis zum deutlichen Bläschen sich darstellen. Diese Bläschen entstehen durch Ausdehnung, nicht durch Zusammenhäufung von scheinbaren Körnchen; woraus ersichtlich, dafs schon ihre ersten Entwickelungsstufen ein gewisses Ausdehnungsbestreben haben. Das Bläschen läfst sich vom Tropfen einzig und allein dadurch sicher unterscheiden, dafs man seine Haut gesondert darstellt.

aequalem sejunxeris. Ut formatio et functio vesicularum physicis viribus demonstretur ex mea quidem sententia fieri nondum potest, omnisque labor huic rei frusta navatus est. Dalton quidem vesicam aquosam mechanice factam ad endosmosim et expansionem aptam esse jam observavit, hic tamen plane alius est processus quam quem vesicula organismo orta ostendit. Neminem non effugerit saponis bullam vaporibus aquae completam aëris endosmosi in atmosphaera valde expandi, usque dum membrana magis magisque extenuata dirumpitur, ipsaque diffusionis leges sequitur. Vesiculis organicis vero demonstrandis endosmosis, qua ad explicandas vegetationis res saepissime usi et abusi sunt, minime sufficit. Endosmosis oritur si heterogeneae materiae in homogeneam coire student. Quae si heterogeneae materiae alia substantia disjunguntur, quae tamen illarum commiscendi studium non omnino impedit, tum processum illum Dutrochetio auctore endosmosim vel exosmosim nominamus, id quod inde dijudicatur, qui amborum liquorum num internus an externus membranam facilius penetret. Membrana igitur non est agens res sed non impediens in hoc processu chemico, id quod nonnulli curiosi plane omisisse videntur.

Sed in vesicula organica homogenea substantia colligitur, membrana augetur et extensione et substantia, crescit intussusceptione, dum quae continet diffusione non diminuuntur, sed quantitate augentur, qui processus ab endosmosi et crystallisatione plane est diversus.

Ut tamen vesicularum formationem ad physicas leges redigeret, Ascherson nonnullas observationes instituit; nam si oleum cum albumine ovorum conjungitur, stante pede inter utrumque membranam enasci, et concussa utraque materia quamque olei guttam albuminis membrana circumdari observavit. Has formationes habuit cellas cum propriis parietibus quas variis formis, quibus utitur in intima parte olei gutta, probatas, illisque olei studium, ut globi formam repeteret impediri putavit. Sed jam Henle id animadvertit oleum rite aqua conquassatum easdem formas assumere, albuminis membranam, quam ille praeopinatus est non igitur esse causam. Porro Ascherson cellas tali modo formatas endosmosi aquam excipere volumenque majus reddere observavit. Hoc experimentum, quod mihi vero hucusque agere non contigit, sane solidius stratum adesse probabile redderet; illud vero stratum nihilo magis cum aequali vesicula cujus membrana structura caret commutandum est, quam illud stratum, quod totum ovi albumen circumdat, quod fortasse eadem causa, oxygenio atmosphaerae agente, formatum est, quodque ex granis et bacillis inter se contextis (id quod microcopio conspici potest) constat, cum cella.

Utraque formation physicis et chemicis viribus nascuntur, has vires etiam per ceteram vitam subsequentes, maxime vero sunt diversae ab assimilante vividi organismi vesicula quae libera a mechanicis viribus formam suam constituit.

Die Bildung und Verrichtung der Bläschen aus physikalischen Kräften zu erklären, ist nach meiner Meinung für jetzt eine Unmöglichkeit, und alle in dieser Richtung verwendete Mühe eine vergebliche. Dalton hat zwar schon beobachtet, dafs eine mechanisch gebildeten Wasserblase Ausdehnsamkeit und Endosmose zeige. Wir haben hier aber doch einen ganz anderen Vorgang als bei einem organischen Bläschen. Jedermann weifs, dafs die Seifenblafe voller Wasserdunst durch Aufnahme von Luft sich in der Atmosphäre mächtig vergröfsert, bis die mehr und mehr verdünnte Hülle platzt und nun selbst den Gesetzen der Diffusion unterworfen ist. Um aber die Entwickelung des organischen Bläschens zu erklären, reicht die Endosmose, die so oft zur Erläuterung von Vegetationsprocessen gebraucht und mifsbraucht wird, auf keinen Fall aus. Endosmose entsteht da, wo verschiedenartige flüssige Stoffe sich bestreben zu gleichartiger Masse sich auszugleichen. Werden diese verschiedenartigen Stoffe durch eine andere Substanz (eine organische Haut) getrennt, die jedoch ihr Streben nach Ausgleichung nicht gänzlich hindert, dann nennen wir den Vorgang nach Dutrochet Endosmose oder Exosmose, je nach dem der Austausch von Aufsen nach Innen oder in entgegengesetzter Richtung Statt findet. Die Haut ist also hier nicht das Thätige, sondern nur dem chemischen Processe nicht hinderlich, was manche Naturforscher ganz zu übersehen scheinen.

In dem organischen Bläschen dagegen wird eine gleichartige Substanz angesammelt, die Hülle nimmt zu an Ausdehnung und Masse, wächst durch Intussusception, Diffussion und Abnahme des Inhaltes findet nicht Statt, vielmehr vermehrt er sich und wir haben also einen Vorgang, der von Endosmose und Krystallisation völlig verschieden ist.

Um jedoch die Bläschenbildung auf physikalische Gesetze zurückzuführen, hat Ascherson einige Versuche gemacht. Wenn nämlich Oel mit Eiweifs zusammen gethan wird, so soll nach seinen Wahrnehmungen auf der Stelle zwischen beiden Stoffen eine Haut entstehen, und wenn beide zusammengeschüttelt werden, jeden Oeltropfen eine Haut aus Eiweifs umgeben. Diese Bildungen hielt er für Zellen mit eigenen Wandungen und glaubte dieses erwiesen durch die mancherlei Gestaltungen, welche der Oeltropfen in seinem innersten Theile hat und dafs dadurch auch das Bestreben des Oels die Kugelgestalt wieder anzunehmen verhindert werde. Aber schon Henle hat bemerkt, dafs Oel ordentlich mit Wasser zusammengeschüttelt, genau dieselben Formen annehme, also keine Haut aus Eiweifs die Veranlassung giebt. Ferner will Ascherson bemerkt haben, dafs so gebildete Zellen durch Endosmose Wasser aufnehmen und ihren Umfang vergröfsern. Dieser Versuch ist mir nie gelungen; er würde, wenn richtig, wahrscheinlich machen, dafs eine festere Schicht vorhanden; diese Schicht aber ist ebensowenig mit einem gleichartigen Bläschen, dessen Haut strukturlos ist zu verwechseln, als jene Schicht, welche die ganze Eiweifsmasse im Ei umgiebt und die vielleicht aus derselben Ursache, unter Einwirkung des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft nämlich, sich gebildet hat, mit einer Zelle zu verwechseln ist. Sie besteht aus Körnchen und Stäbchen, die, wie das Mikroskop zeigt, mit einander verwebt sind.

Beide Bildungen entstehen durch physikalische und chemische Kräfte, denen sie auch während ihres spätern Fortbestehens unterworfen sind; sie unterscheiden sich aber im höchsten Grade von dem assimilirenden Bläschen des lebenden Organismus, das frei von mechanischen Einflüssen sich gestaltet.

De perfectissimo organismi elemento, de cella, dicit Schwann (l. c. p. 44.): „Hat eine Kugel (vesicula) keinen Kern auch nicht in ihrer frühesten Jugend so ist sie keine Zelle; es ist wenigstens zweifelhaft.“ — Hac de re aliquid plenius loqui reservo, cum sententia mea observationibus, quas jam proferam nitatur. Omnino vero membrana cellae eodem modo cognoscitur, quo vesicula.

Observationes de cellis vegetabilium.

De cellis augendis diversae exstant opiniones. Plerumque tres diversae rationes nominantur: 1) primitiva cellae formatio, quae aut extra aliquam jam natam fieri potest, quemadmodum in animalium organismo saepins accidit, aut in aliqua jam nata, quod in plantis plerumque accidere solet, et hac ratione Schleidenio teste phanerogamae solummodo vegetantur. 2) Cella jam nata dissepimento in duas dividitur. 3) Constrictio vel proliferatio ubi membrana alicujus cellae uno loco follis instar evehitur, ad globum expanditur, et tum a cella materna separatur.

Duae illae extremae augendi rationes solis in cryptogamis accidere dicuntur et hic quidem tantum in infimis ordinibus. Jam, quod in telis ad cognoscendum difficilioribus rarius id invenitur, haud magnam fidem huic opinioni conciliat, et cum Ehrenberg, summus rerum microscopicarum magister, cellam non sponte dividi enuntiaverit (Bericht über die Verhandlungen der königl. Acad. zu Berlin 1837 p. 154), ceteris certe summa in illa re cautio adhibenda fuit.

Continuis vero harum microscopicarum plantarum abservationibus mihi quidem plane persuasum est hanc vegetationis rationem naturae non convenire sed exiguitate rei sola errorem, eumque facillime non continuata observatione, effici.

Si vegetationis gradus in Phragmotricho (cui ordini sit adscribendum et imaginem in Wichmani Archivo afferam) persequimur, momenta huic quaestioni gravissima facillime inveniemus, quam ob rem illud hoc loco exemplum esse volo, cum hujus plantae conditio adhuc obscura simul magis illustretur.

Hujus Phragmotrichi sporae aut una aut duabus cellis conjacentibus, quarum parietes duplici sunt compositae membrana, constant, id quod in sporis cellis duabus compositis optime apparet, multoque clarius fit, si evolutionem et germinationem observaveris. Inter ambas enim membranas, si sporae aliquid temporis humefactae jacuerunt (equidem in sacchari solutione diluta posui) obscuram maculam videbis, quae paullatim perspicuitate crescit, externa membrana una expanditur et hemisphaerae instar circum granum ad vesiculam explicandum effertur.

Plane eadem hic exstat res, quam Saccharomyces cerevisiae, quae proliferationis exemplum vulgo affertur, crescendo ostendit; tamen ut processum illa

Von dem vollkommensten Elemente des Organismus, der Zelle nämlich, sagt Schwann: Hat eine Kugel keinen Kern, auch nicht in ihrer frühesten Jugend; so ist sie keine Zelle; es ist wenigstens zweifelhaft. Ueber diesen Satz werde ich später mich auslassen, nachdem ich zunächst meine Ansichten durch vorgetragene Beobachtungen begründet habe. Die Zellhaut wird übrigens ebenso erkannt, wie die des Bläschens.

Beobachtungen über vegetabilische Zellen.

Ueber die Vermehrung der Zellen bestehen verschiedene Ansichten; gewöhnlich werden drei Arten derselben angenommen. 1) Die primitive Zellenbildung, die entweder aufserhalb einer schon gebildeten vorgehen kann, wie öfter im thierischen Organismus, oder innerhalb einer solchen. Dies pflegt bei Pflanzen vorzukommen, und auf diese Weise allein vegetiren nach Schleidens Angabe die phanerogamen Gewächse. 2) Eine schon entstandene Zelle wird durch eine Scheidewand in zweie zerlegt. 3) Einschnürung oder Sprossenbildung, wo die Membran irgend einer Zelle an einer Stelle sich schlauchartig ausdehnt, zur Kugel formt und dann von der Mutterzelle trennt.

Diese beiden letzten Weisen der Vermehrung sollen allein bei den Kryptogamen und zwar nur bei den niedrigsten Ordnungen vorkommen. Da sie aber selten und in den schwieriger zu erkennenden Geweben gefunden worden, so ist der Sache nicht recht zu trauen, und da Ehrenberg, der Meister in mikroskopischen Beobachtungen, erklärt, dafs die Zelle sich nicht von selbst theile, so ist Vorsicht hier gewifs am rechten Orte.

Durch fortgesetzte Beobachtung dieser mikroskopischen Pflanzen bin ich wenigstens vollständig überzeugt, dafs diese Art des Wachsthums in der Natur nicht vorkomme. Die geringe Gröfse des Gegenstandes bei nicht anhaltender Beobachtung hat diesen Irrthum veranlafst.

Verfolgen wir die Vegetationsentwicklung bei Phragmotrichum (pag. 3. Taf. III b.), so nehmen wir Momente wahr, die für die Entscheidung dieser Frage von der höchsten Wichtigkeit sind. Ich wähle gerade diese Pflanze als Beispiel, da einige noch unbekannte Eigenthümlichkeiten derselben zugleich dadurch erläutert werden.

Die Sporen dieses Phragmotrichum bestehen aus einer oder aus zwei nebeneinanderliegenden Zellen, deren Wände eine doppelte Membran haben. Das sieht man besonders deutlich an den zweizelligen Sporen, und wird noch klarer, wenn man ihre Entwicklung und Keimung beobachtet. Zwischen beiden Häuten nämlich erscheint, nachdem dieselben eine Zeit lang in Zuckerwasser gelegen haben, ein dunkler Fleck, dessen Durchsichtigkeit allmählig zunimmt, die äufsere Membran wird zugleich ausgedehnt und halbkugelförmig um das Körnchen zu einem Bläschen aufgetrieben.

Wir haben hier genau denselben Vorgang wie ihn der gewöhnlich angeführte *Saccharomyces cerevisiae* in seiner Entwickelung zeigt; jedoch wird man hier nicht

ratione explices hic non facile adduceris, cum haud mediocri Phragmotrichorum sporarum magnitudine, quae Saccharomyce octies major est, totus adspectus manifestior reddatur.

In his tamen plantis cellula non retinet formam ellipticam, quemadmodum in Saccharomyce fit, sed crescens stricte sese applicat ad majorem, ut ambarum cellarum membranae tantum totius corporis dissepimentum esse videantur. Jam in cellula excrescente ex liquido blastemate grana et vesiculae oriuntur, quemadmodum jam in materna spora exstiterunt, postea vero haec corpora in majore mycelii evolutione partim rursus resorbentur.

Hic vegetationis processus in cella ita orta repetitur, et in hac quidem plantarum specie cellulae ad certam periodum adspectum sporae cellarum plane praebent, dum lentissime crescunt. Saepe per plures hebdomades tantum paucae harum cellarum excultae sunt, qua re observatis multo facilior reddita erat. Subito vero quaecunque attuli phaenomena properantur, causa non reperta, nam non in omnibus individuis una, neque certo harum cellarum sporiformium numero exculto contingit, sed dum calor et lux nec aucta nec minuta sunt et blastema omnibus idem est modo illa cella ad diversas partes, ea, quam jam explicui ratione cellulas procreare incipit, et ita quidem, ut vel majore pelluciditate et minore lumine haec proliferatio a cellarum sporiformium serie distinguatur. Paullatim majoris cellae membrana extensionem et impelluciditatem etiam sporae assequitur, dum, incremento valde maturato, secundariae cellae formatio in apice filorum mycelii oculos plane effugit, et post aliquot tempus demum pigmento excepto aut jodo tractata cognoscitur. Hac ex re dissepimentorum quae postea a peripheria nascerentur cogitatio nata est; vix tamen putemus in eodem mycelii filo, primo dissepimenta duabus conjacentibus cellis postea membranam a pariete ortam formari.

Postquam hoc igitur modo mycelium varie ramosum formatum est, sporangia explicari coeperunt. Singulae cellae efferuntur ad novos ramos, qui tamen vel prima aetate majore obscuritate et minore diametro a mycelii distinguuntur; adscendentes magis magisque ramos emittunt, (dum mycelii rami repunt) et per totam vitam impellucidi manent ut de interioribus partibus nihil observari possit. Apex hujus adscendentis rami post aliquot tempus globose aut elliptice expanditur, ubi faventibus omnibus h. e. blastemate satis pellucido, in interiore parte secundariam cellam e minima vesicula formari videbimus, quo modo jam descripsimus. Supra illam altera et tertia invenitur vulgo usque ad quintam, quarum superiores sunt minores, ut totum sporangium ellipticam assequatur formam. In his sporangii cellis altera generatio in pituitoso plus minusve claro blastemate oritur; saepe fugit cellae membrana e parva vesicula celeriter exculta, semper vero in mediis duae novae saepe simul formantur,

leicht veranlaſst, den Vorgang auf obige Weise zu erklären; denn die Sporen des Phragmotrichum sind wohl acht Mal gröſser als Saccharomyces. Bei jenen ist daher die Entwicklungsweise viel deutlicher erkennbar.

Die kleine Zelle jedoch behält bei diesen Gewächsen nicht die elliptische Form, wie bei Saccharomyces, sondern bei zunehmender Vergröſserung gestaltet sie sich der gröſseren entsprechend, so daſs die Häute beider Zellen nur als Querwand des Ganzen erscheinen. Bald entstehen in der kleinen Zelle aus dem flüssigen Blasteme Körner und Bläschen, wie sie die Mutterspore zeigt; späterhin lösen sich diese bei weiterer Entwickelung des Myceliums zum Theil wieder auf.

Dieser Vegetationsproceſs wiederholt sich in der so entstandenen Zelle und bei dieser Pflanzenart haben die Zellchen bis zu einer gewissen Zeit ganz das Ansehen von Sporenzellen, indem sie nur langsam wachsen. Oft bilden sich in mehreren Wochen nur wenige von diesen Zellen, wodurch die Beobachtung wesentlich erleichtert wird. Plötzlich tritt aber eine Beschleunigung in der Entwickelung ein, ohne daſs sich eine bestimmte Ursache auffinden lieſse. Denn sie vollzieht sich nicht in allen Individuen zugleich, auch nicht nachdem sich eine bestimmte Anzahl dieser sporenförmigen Zellen gebildet hat. Während vielmehr Licht und Wärme unverändert sind, auch alle Zellen ein durchaus gleiches Blastem zeigen, beginnt bald diese bald jene Zelle nach verschiedenen Richtungen in oben erwähnter Weise neue Zellchen hervorzubringen. Es unterscheiden sich diese durch gröſsere Klarheit und durch geringeren Umfang von der Reihe der sporenförmigen. Allmählig erlangt die Haut der gröſseren Zelle auch die Ausdehnung und Undurchsichtigkeit einer Spore, indem bei sehr beschleunigtem Wachsthum die Bildung der sekundären Zelle am Ende der Myceliumfäden dem Auge sich gänzlich entzieht und erst nach einiger Zeit unter dem Einflusse von Farbestoff oder Jod erkannt wird. Daher ist die Vorstellung von Querwänden, die sich von der Peripherie aus bildeten, entstanden. Es ist jedoch kaum glaublich, daſs in demselben Myceliumfaden zuerst die Querwände durch zwei sich berührende Zellen gebildet werden und später durch eine von der Wandung ausgehende Haut.

Nachdem auf diese Weise das mannigfaltig verzweigte Mycelium gebildet worden, beginnen die Sporangien sich zu entwickeln. Einzelne Zellen gestalten sich zu neuen Zweigen, die sich jedoch in der ersten Zeit durch gröſsere Dunkelheit und durch einen kleineren Durchmesser von denen des Myceliums unterscheiden. Zu der Zeit schicken sie mehr und mehr aufrechte Zweige aus, während die des Myceliums kriechende sind, und sie bleiben für die ganze Lebensdauer undurchsichtig, so daſs sich über ihre Beschaffenheit nichts feststellen läſst. Die Spitze dieser aufsteigenden Zweige dehnt sich nach einiger Zeit kugelig oder elliptisch aus und wir sehen nur unter günstigen Umständen, d. h. wenn das Blastem klar genug ist, im Innern eine sekundäre Zelle aus einem kleinen Bläschen sich bilden, wie es schon (bei der Keimung) beschrieben wurde. Auſser diesen kommt noch eine zweite und dritte, sehr oft selbst eine fünfte vor. Von diesen sind dann die oberen und unteren die kleineren und das ganze Sporangium nimmt eine elliptische Form an. In diesen Zellen des Sporangiums entsteht eine zweite Generation innerhalb des schleimigen und mehr oder weniger klaren Blastems. Oft entgeht dem Beobachter die Membranbildung der Zelle, indem sie sich aus einem Bläschen schnell entwickelt; immer aber kann sie in

et dissepimentum longitudinale efficiunt. Harum sporangii cellarum quaevis aliquot grana et vesiculas blastemate circumdatas continet, quod coagulum in posteriore germinatione plus minusve plane resorbetur.

Vegetatio tamen nondum finita est, nam sporangii acumen saepe denuo effertur, totum processum a principio semel vel saepius repetens.

Haec Phragmotrichi vegetatio eo quem descripsi modo complura maximi momenti phaenomena simplicis manifestaeque formae crescendo praebet. Primis sporiformibus cellis cellas intra externam totum individuum circumdantem membranam oriri et ad ejus extensionem quae jam est exorta paullatim adultas novum dissepimentum efficere optime videmus. Citius vero processus accidit, cum vegetatio fortius impulsa est, et si in folliculo citissime protruso prima novarum cellatum formatio eum, qui contemplatur, aufugit, minime existit causa, cur totius formationis rationem esse mutatam credat; id modo cognoscet cellarum membranas saepe ea esse subtilitate ut scrutatorem armatum dilligentem ipsis optimis instrumentis fugere possint. Idem de prima cellarum ipsarum evolutione dicendum est; nam lenta cellarum sporiformium vegetatione illas e minimis granis ad vesiculas explicari facili videmus, nulla cytoblasti q. d. vestigio reperto, id quod jam Meyen de cryptogamis omnino pronuntiavit (Wiegmann's Archiv 39) et Schleiden confirmavit (Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik 42).

Quod vero ad proliferantem cellarum formationem attinet, unusquisque magnam ejus similitudinem cum nonnullis, quos descripsi, statibus, prae ceteris in sporangii formatione, causam esse certe videbit cur hanc quoque proliferationem endogeneam cellarum formationem putem esse ubi nova generatio non contactu nec mutua planatione dissepimenta formet sed formam ellipticam integram asservet. Praeterea Saccharomycem externam omnes cellas circumdantem membranam habere facile tibi persuadebis si illam aliquot tempus arefactam, aqua rursus madefacis; saepius tum illa a cellis interioribus ita expanditur, ut plane perspicua separetur.

Praeter omnem dubitationem est, hic quopue cellulam novam quae proliferatione oriri videtur prope jam adultam in communi cella materna nasci; et optica tantum sunt impedimenta, quae aliam hoc de processu opinionem effecerunt.

Spirogyra praeter formationem dissepimentorum multa etiam sporae formationi graviora phaenomena praebet, quae quantum equidem scio, adhuc non ita acute sunt distincta.

Fili Spyrogyrae paries externa, quae simplex videtur esse, tribus diversis membranis constat, quas certo quodam modo collustratas optime inter se discernere possumus. Externa totum filum perpetun obtegit, ex loco natali fortasse diversae aquae conditionis causa plus minusve fragilis est, interdum nimia fili curvatione sta-

den mittleren Zellen des Sporangiums erkannt werden. In diesen entstehen nämlich oft zwei neue Zellen zugleich und bilden eine in die Länge gerichtete Querwand; jede von diesen Zellen des Sporangiums enthält einige Bläschen und Körnchen von Blastem umhüllt; ein Coagulum, das bei der folgenden Keimung mehr oder weniger vollständig sich auflöst.

Die Vegetation ist jedoch noch nicht beendet; denn der Gipfel des Sporanginms erhebt sich oft von Neuem und der ganze Vorgang wiederholt sich von Anfang an noch einmal oder selbst öfter.

Diese Entwickelung des *Phragmotrichum* zeigt also mehrere Erscheinungen von gröfster Wichtigkeit, welche das Wachsthum in seiner einfachsten Form klar erkennen lassen. Wir sehen ganz deutlich, dafs in den ersten sporenförmigen Zellen, zunächst innerhalb der das ganze Individuum umhüllenden äufseren Haut Zellen entstehen, die mit den schon vorhandenen allmälig gleiche Gröfse erlangen und (durch die Berührungsfläche) die Querwand bilden. Schneller aber vollzieht sich der Vorgang bei kräftigerer Vegetation; und wenn in dem sehr schnell hervorgetriebenen Schlauche die erste Entstehung von Zellen dem Beobachter entgeht, so hat er durchaus keinen Grund zu der Ansicht, dafs sich der ganze Bildungstypus geändert habe; er wird erkennen, dafs die Zellenhäute oft so fein sind, dafs sie selbst dem sorgfältigsten Beobachter der mit den besten Instrumenten ausgerüstet ist, entgehen können. Dasselbe gilt von der ersten Entwickelung der Zellen. Denn bei der langsamen Vegetation der sporenförmigen Zellen sieht man leicht, dafs dieselben aus den kleinsten körnchengleichen Bläschen hervorgehen; und doch wird keine Spur von sogenanntem Cytoblast darin gefunden, was schon Meyen in Bezug auf die Kryptogamen allgemein ausgesprochen und Schleiden bestätigt hat.

Was aber die Gestaltung der Zellen durch Sprossenbildung anbetrifft, so wird Jeder die grofse Aehnlichkeit derselben mit manchen Zuständen, die ich besonders bei der Bildung des Sporangiums beschrieben habe, anerkennen. Diese Aehnlichkeit veranlafst mich auch die (sogenannte) Sprossenbildung für endogene Zellenbildung zu halten, wobei die neue Generation nicht durch gegenseitige Berührung und durch Abflachung Querwände bildet, sondern die elliptische Form unverändert bewahrt. Aufserdem kann man sich leicht überzeugen, dafs *Saccharomyces* eine äufsere alle Zellen umhüllende Membran hat, wenn man Exemplare, die eine Zeitlang eingetrocknet waren, wiederum mit Wasser befeuchtet. Sie wird dann von den inneren Zellen so abgehoben, dafs sie sich vollkommen deutlich isolirt.

Ohne allen Zweifel entsteht auch hier das neue Zellchen, welches scheinbar durch Sprossenbildung zu Stande kommt, neben der schon ausgebildeten innerhalb einer gemeinschaftlichen Mutterzelle, und nur optische Hindernisse haben eine andere Ansicht veranlafst.

Spirogyra bietet aufser der Bildung der Scheidewände noch viele für die Bildung der Spore wichtigere Erscheinungen, welche, so viel ich weifs, bisher noch nicht so scharf unterschieden worden sind. (Taf. IIIa. Fig. 1 u. 2.)

Die äufsere Wand des Fadens von *Spirogyra*, scheinbar einfach, besteht aus drei verschiedenen Häuten, die bei angemessener Beleuchtung sich deutlich unterscheiden lassen. Die äufsere bedeckt den ganzen Faden ohne Unterbrechung und ist je nach dem Entstehungsorte der Pflanze, vielleicht der verschiedenen Beschaffen-

tim rumpitur, ut dissepimenta, quae simplicia videntur, in duas membranas solvi saepius videamus, neque amplius dubitandum est, quin dissepimenta tot cellas significent, quarum parietes medium externae fili membranae stratum componunt. Intimum ejus volucrum tenuissima membrana interioris cellae, quae exteriorem plane complet, et acutissima tantum contemplatione cognoscitur, formatur.

Haud raro haec interior cella etiam nucleum continet, cujus jam allii spectatores mentionem fecerunt.

In hujus interioris cellae pariete viridis materia, quae lineae spiralis instar consedit, sita est, in qua vesiculae illae, quae adhuc sporae habitae sunt, jacent. Prima aetate hae sunt hyalinae neque prius cognoscuntur, antequam eam extensionem sint consecutae, ut quingenties amplificatae vesiculae esse appareant; jam principio tantum absunt a majore ut spira producta tangantur. Vesiculae involutae sunt in pituitosam materiam non tinctam quae ex liquido blastemate assimilatione substantiae ad vesiculae incrementum necessariae secreta est. Paullatim mucus viridem accipit colorem, ligamenti instar contrahitur itaque producitur ut spiralem continuet.

Quominus de formatione singularum cellarum quae filum componunt continuas instituerem observationes impeditus eram; nonnullis vero singulis explicationis gradibus, quorum occasio mihi fuit perspiciendorum ad eam adductus sum persuasionem, eam eodem quo fungorum mycelium modo effici, id quod jam ex comparatione perfectarum structurarum patere verisimile est. Nam in fili acumine quod non dirumpendo formatum erat, id quod e cellae forma facile perspicitur, ante cellam perfecta spirali praeditam novam aliquoties vidi cellulam gelatino involutam sporae formationi similem sed multo majorem dum una semel paene fili latitudinem assecuta est, nunquam tamen novae cellae vestigium, quod granum vel nucleum interiore parte ostenderit, ut ex sola totius contemplatione hanc rem cellam esse putare possim.

Quod si individuum vitae fini appropinquat, intima membrana, cui spiralis adjacet ab externa seponitur, magis magisque contrahitur, ut singuli denique spiralis circuitus non amplius sint internoscendi, sed spiralis tota formam globosam aut ellipticam accipiat. Haec materia conglomerata solvitur denique, dum simul externae membranae rumpuntur; singulae multo amplificatae vesiculae liberantur, in interiore parte granulosam continent et mucosam materiam, dum viridis illa materia quae spiralis ligamen componebat plane resorpta est; quam ob causam has vesiculas, quae cellas sese nunc praebent, blastemate adjuvante esse ita excultas, constat. Meyen et ipse de spirali eodem modo judicavit (Linnaea 1827).

Grana quoque vesiculis contenta e pituitosa materia circumdante mox melius proveniunt, eo usque extensionis progressa, ut vesiculae cognoscantur; nunquam vero aggregatio granorum ad vesiculam cognoscitur, neque magis nucleus in intima vesi-

heit des Wassers wegen mehr oder weniger brüchig. Bisweilen bricht dieselbe bei zu starker Krümmung des Fadens, so dafs die scheinbar einfachen Querwände sich öfter offenbar in zwei Häute trennen. Ohne Zweifel bezeichnen also die Querwände ebenso viele Zellen, deren Wände die mittlere Schicht von der äufseren Wandung des Fadees bilden. Die innerste Oberfläche wird durch eine sehr zarte Haut einer inneren Zelle gebildet, welche die nächst äufsere vollständig ausfüllt und nur bei sehr genauer Betrachtung erkannt wird.

Nicht selten enthält diese innere Zelle auch einen Kern, den schon andere Beobachter erwähnt haben.

An der Wand dieser inneren Zelle ist in Form einer Spirale eine grüne Masse abgelagert, in welcher die Bläschen sich befinden die bisher für Sporen gehalten wurden. Anfangs sind diese wasserhell und nicht erkennbar, bis sie endlich bei 500maliger Vergröfserung sich als Bläschen zeigen; schon von vorn herein liegen sie in einem solchen Abstande von der nächst älteren, dafs sie durch die verlängerte Spirale berührt werden. Die Bläschen befinden sich in einer farblosen schleimigen Masse, die aus dem flüssigen Blastem durch Assimilation der Substanz, welche zum Wachsen der Bläschen nöthig ist, abgesondert wurde. Allmählig nimmt der Schleim eine grüne Farbe an, zieht sich bandförmig zusammen und verlängert sich so, dafs er die Spirale fortsetzt.

Ich war verhindert fortgesetzte Untersuchungen über die Bildung derjenigen Zellen, welche den Spirogyren Faden zusammensetzen, anzustellen: Durch die Beobachtung einzelner Entwickelungsstufen bin ich zu der Ueberzeugung gekommen, dafs diese Entwickelung in derselben Weise wie bei dem Mycelium der Pilze Statt finde. Das wird schon wahrscheinlich aus einer Vergleichung der vollendeten Bildungen. Denn in dem Ende des Fadens, das nicht durch Zerreifsung entstanden ist, wie leicht aus der Gestalt der Zelle zu erkennen, habe ich öfter vor der vollständig entwickelten, eine Spirale enthaltenden Zelle ein in Gallerte eingehülltes Zellchen gesehen, in Form den Sporen ähnlich, aber bedeutend gröfser, indem es einmal fast der Breite des Fadens gleichkam. Niemals jedoch bemerkte ich eine Spur einer neuen Zelle, die ein Körnchen oder einen Zellkern enthielt, so dafs ich nur nach Betrachtung des Ganzen dieses Gebilde für eine Zelle halten kann.

Wenn das Individuum seinem Lebensende sich nähert, so löst sich die innerste Membran, an welcher die Spirale anliegt, von der äufseren, so dafs zuletzt die einzelnen Windungen derselben nicht mehr zu unterscheiden sind; sie formt jetzt einen kugeligen oder elliptischen Körper. Diese so zusammengeballte Masse löst sich zuletzt, indem zugleich die äufseren Häute zerreifsen. Die einzelnen bedeutend erweiterten Bläschen werden frei und enthalten eine körnig-schleimige Masse, während jene grüne Masse, welche das spiralförmige Band bildete, gänzlich resorbirt worden ist. So ist denn klar, dafs diese Bläschen, welche sich jetzt als Zellen darstellen, auf Kosten des Blastems so herangewachsen sind. Meyen ist in Bezug auf die Spirale derselben Ansicht.

Auch die Körner, die in den Bläschen enthalten sind, treten bald aus der schleimigen Masse besser hervor, nachdem sie sich so weit vergröfsert haben, dafs sie selber als Bläschen zu erkennen sind. Niemals aber ist eine Vereinigung von Körnern zu einem Bläschen wahrzunehmen; eben so wenig ist ein Zellkern innerhalb

cula modo orta perspiciendus est, circum quem illa nata esse possit. Postquam pituitosum alimentum in intima cella plane resorpta, et vesiculae ita expansae sunt, ut cellam maternam plane compleant, membrana ejus dirumpitur et vesiculae libere prodeunt.

Haec evolutio vesiculas quae spiralibus inveniuntur non sporas, quemadmodum hucusque opinati sunt, sed sporangia esse probat, in quibus sporae demum explicantur. — Quam rem ut certam redderem, tabulam vitream cum sporibus sub cylindro vitreo posui, quo atmosphaera aquae affusae vapore satis expleta erat, ut nutrimentum sporarum liquidum impediret quominus exhalaretur. Post aliquot tempus nonnullae vesiculae multo amplificatae erant, mucosa et granosa materia completae; dum pluribus peripheriae locis protrusiones factae, quemadmodum sporis id accidit, inveniuntur. — Plane vero nulla est explicata neque in majoribus vasis, illas plane perspicere mihi contigit. Qua in re infusoriis, maxima copia partis, rotatoriis polypisque causam objicio, nam illis haec sola plantarum substantia tradita erat, et blastema gratissimum esse nutrimentum visum est.

Et in his igitur simplicissimis vegetabilibus organismis, quae primo adspectu tantum ex simplicibus cellis aggregatis constant, endogeneae cellarum formationis ratio perducta videtur esse. Singula fili membra nascuntur ut propriae cellae intra sporae cellae (cellae reproductionis) membranam quae totum corpus circumdat et hae quoque cellarum adjacentium series gignunt novas generationes. Num quoque compositioris structurae plantae tali aequali membrana obductae sint, quae pollinis membranae continuatio habenda sit, haec questio plantarum naturae plane cognoscendae gravissima adhuc nondum certe dijudicata est. Ad. Brongniard (Annal. des sciences naturell. 2 Ser. T. I.) et Link (Philosoph. botanica. T. I.) propriam membranam fere omnes plantarum partes obtegentem esse multis accuratis observationibus probaverant, cum Mohl observationibus quas in plantis praecipue crassifoliis instituerat sententiam a Treviranо (Physiol. der Gewächse) jam propositam denuo recepit hanc cuticulam tantum externa cellarum membrana incrassata formatam esse. Minime vero phaenomena quaedam, prae ceteris continuas lineas in omnium cellarum superficie cum illa sententia difficile consocianda esse reticuit.

Equidem quoque in omnibus meis observationibus hujus rei rationem habui, quamquam sperare vix poteram fore ut quod illis scientiae heroibus non contigerit equidem expediam. Itaque revera adhuc nondum eo progressus sum, ut in unam aut alteram partem ire possim. Saepe quidem praecipue in partibus plantarum monocotylearum transverse incisis claram cuticulae ab epidermidis cellis divulsae speciem nactus sum, ubi per lineas super omnes cellas continuas ipsam haud mediocrem diametrum cognoscere licuit e. g. in phyllo perigonii Tulipae.

Hae lineae in plantarum superficiei substantia, sive cuticula est, sive membrana epidermidis cellarum condensata sive blastema depositum, maximi momenti mihi videntur esse, ad similis animalium organismi formationes e. g. chordae dorsalis

des Bläschens, um welchen dieses sich gebildet haben könnte, zu erkennen. Nachdem der schleimige Nahrungsstoff im Innern der Zelle vollständig resorbirt worden und die Bläschen sich so ausgedehnt haben, dafs sie die Mutterzelle vollständig ausfüllen, zerreifst die Membran desselben, und die Bläschen treten frei hervor.

Diese Entwickelungsgeschichte beweist, dafs die Bläschen, welche in den Spiralen vorhanden sind, nicht, wie man bisher meinte, Sporen sondern Sporangien sind, in denen sich jene erst entwickeln. Um darüber Gewifsheit zu erlangen, bedeckte ich Sporen auf einem Objectträger mit einer Glasglocke. Die Luft unter derselben war so mit Wasserdunst gesättigt, dafs der flüssige Nahrungsstoff der Sporen nicht eintrocknete. Nach einiger Zeit hatten sich einige Bläschen bedeutend vergröfsert, waren mit schleimig-körniger Masse angefüllt und an mehreren Stellen der Peripherie traten Anschwellungen hervor, wie solche bei Pilzsporen sich zu bilden pflegen. Keines aber kam zur vollständigen Entwickelung, auch nicht in gröfseren Gefäfsen. Ich gebe den in grofser Menge entstehenden Infusorien, Räderthieren und Polypen die Schuld; denn sie waren auf diese Pflanzennahrung allein angewiesen und das Blastem schien ihnen die liebste zu sein.*)

Also auch in diesen so einfachen vegetabilischen Organismen, welche dem ersten Anblick nach aus einfachen aneinandergereihten Zellen bestehen, scheint die endogene Bildungsweise der Zellen durchgeführt zu sein. Die einzelnen Glieder des Fadens entstehen als eigentliche Zelle innerhalb der Membran der Sporenzelle (Reproduktionszelle) welche noch die entwickelte Pflanze umgiebt; und auch diese aneinandergereihten Zellen bringen neue Generationen hervor. Ob auch die Pflanzen von zusammengesetzterem Bau mit einer solchen gleichmäfsigen Membran umhüllt sind, die für eine Fortsetzung der Pollenmembran zu halten wäre, diese Frage, welche für die Erkenntnifs der Natur der Pflanzen von der gröfsten Wichtigkeit ist, wurde bisher noch nicht entschieden. Ad. Brongniard und Link hatten durch viele genaue Beobachtungen wahrscheinlich gemacht, dafs eine eigene fast alle Pflanzentheile bedeckende Haut, *cuticula,* vorhanden sei. Mohl dagegen nahm, durch Beobachtungen an dickblätterigen Pflanzen veranlafst, die schon von Treviranus ausgesprochene Ansicht wieder auf, dafs diese *cuticula* nur durch Verdickung der peripherischen Wandung der äufseren Zellhaut entstehe. Er verhehlte dabei keinesweges, dafs einige Erscheinungen, und ins Besondere die zusammenhängenden Linien auf der Oberfläche aller Zellen, sehr schwierig mit dieser Ansicht zu vereinigen sind.

Ich habe ebenfalls bei allen meinen Beobachtungen auf diese Frage Rücksicht genommen, obgleich ich kaum hoffen durfte, eine Entscheidung geben zu können, die den Heroen der Wissenschaft nicht gelungen war. Oft gelang es mir zwar, besonders bei Querschnitten von Theilen der Monokotylen eine deutliche *cuticula* getrennt von den Zellen des Epidermis zu erkennen, so dafs durch Linien, die sich über alle Zellen fortsetzten, selbst der nicht unbedeutende Durchmesser sich wahrnehmen liefs z. B. beim Blumenblatt der Tulpe. (Taf. I. Fig. 12.)

Diese Linien in der Oberfläche der Pflanzensubstanz mögen wir nun eine *cuticula* oder eine verdichtete Membran von Epidermiszellen oder abgelagertes Blastem vor uns haben, scheinen mir von gröfster Bedeutung zu sein in Bezug auf ähnliche

*) Auch jetzt ist es noch unentschieden ob wirklich zweierlei Sporen hier vorkommen, da die Entwickelung dieser kleinen Zellen zu wirklichen Spirogyren seither nicht beobachtet wurde.

vagina, fibrillarum muscularium, squamarum Lepidopterorum etc.; nonne hic quoque endogenea cellarum membrana aut aliquid induratum blastema in fibrillas, lineasve postea exsistentes soluta est?

Saepe vero epidermidis cellae membrana in ipsa superficie jacere aeque clare visa est, ut cuticula certe, si adsit, eximia subtilitate sit. Tamen in inferioribus plantarum generibus, quae modo contemplati sumus, diversae membranae diu omissae sunt, et in his classibus, observationibus non institutis, fines haud facile constituantur, ubi cuticula adsit et ubi desit. Pariter pili compositi superiorum plantarum ostendunt quam facile membrana externa transmitti possit, qua de re postea plenius loquemur. Fortasse eadem ratio intercedit inter cuticulam et epidermidem quae inter vitelli cellam et velantem membranam, nam ubi haec exsistit, illa resorbetur. —

Sicut in simplicissimis plantis cellularibus unaquaeque cella in se ipsa naturalem constitutionem ejusdem formationis multis modis restituendae habet, ita etiam in organismis compositioribus omnes cellas facultate congruentia in interioribus suis partibus gignendi praeditas invenimus: quam vero facultatem omnes cellae non eodem modo perficiunt sed totius organismi ideae obnoxius numerus posteriorum generationum apud varias etiam secundum varias functiones valde diversus est.

In primo vero fundamento ad novam quandam vel ovo vel gemma formandam constitutionem aut ad organum quoddam compositum, folium e. g., in ejus diversis metamorphoseos gradibus microscopio nulla in cellis discrimina animadvertenda sed paulo post distinctio in diversis partibus ejusdem aequabilis parenchymatis apparet, ut totius concinenti explicationi respondeat.

Primam in hisce cellarum processibus formationem difficile est cognoscere. In cellis inter corticem et lignum, quod cambium vocatur, animadverti potest magna multitudo exiguorum granulorum et vesicularum in mucoso et hanc ob rem atro liquore natans. Quem liquorem, quasque habeat vesiculas, ut augeantur cellae adjuvare, jam dudum opinione augurabantur, sed quo modo hoc fieret, in summa opinionum perversitate versatum est.

Schleiden hoc loco, velut ubique apud plantas phanerogamas, recentes cellas endogeneam generationem jam exstantium autumavit.

Cellae maternae resorbentur, recentibus cellis eo extentis, ut se ipsas attingant, in earum interiore parte punctum opacum quod extenditur et granosum et pituitosum esse solet, membranis eum continentibus. Et haud multo post haec membrana pervenit ad magnitudinem cellae primariae, et grana quae continet, tantam magnitudinem habent, ut vesiculae cum opaco margine et hyalino centro appareant. Quam amplificationem informis liquidae materiae dispendio effectam esse tum potissimum intelligi potest, quum haec viridem colorem habeat quo facto etiam grana se extendunt perspicue inficientem materiam ex liquore circumdante in se suscipientes, dum se ad vesiculas amplificant. Viride pigmentum revera vesiculis includi, neque,

Gebilde des thierischen Organismus, als da sind die Scheide des Rückenmarkes und der Muskelfasern, die Schuppen der Lepidopteren etc.; hat sich nicht auch hier eine endogene Zellenmembran oder verhärtetes Blastem zu nachher vorhandenen Fasern oder Linien aufgelöst?

Oft schien aber eben so klar die Membran der Epidermiszelle die Oberfläche selbst zu bilden, so dafs die *cuticula*, wenn sie vorhanden ist, höchst zart sein mag. Bei den niederen Pflanzengattungen jedoch, die wir so eben betrachtet haben, sind die verschiedenen Häute lange unbeachtet geblieben und in diesen Klassen möchten sich ohne angestellte Beobachtungen die Grenzen, wo die *cuticula* fehlt und wo sie vorhanden, nicht leicht feststellen lassen. Desgleichen zeigen die zusammengesetzten Haare der höheren Pflanzen, wie leicht die äufsere Membran (die *cuticula*) übersehen werden kann. — Darüber werde ich später ausführlicher sprechen. Vielleicht besteht zwischen Cuticula und Epidermis dasselbe Verhältnifs, wie zwischen der Dotterzelle und der Keimhaut; wo diese besteht, wird jene resorbirt.

Wie bei den einfachsten Zellenpflanzen eine jede Zelle die natürliche Anlage hat, dieselben Formen in mehrfacher Weise wieder hervorzubringen, so finden wir auch bei den zusammengesetzteren Organismen alle Zellen mit der Fähigkeit ausgerüstet, entsprechende Gebilde in ihrem Innern zu erzeugen. Dieser Fähigkeit leisten nicht alle Zellen in derselben Weise Folge, sondern die der Idee des ganzen Organismus entsprechende Anzahl späterer Generationen ist bei den einzelnen je nach den verschiedenen Funktionen sehr verschieden.

In der ersten Grundlage eines neuen Organismus durch ein Ei oder durch eine Knospe oder zu einem zusammengesetzten Organ, z. B. zu einem Blatte, nehmen wir in den ersten Stufen der Entfaltung keine Unterschiede in den Zellen wahr, aber etwas später tritt eine Verschiedenartigkeit in den verschiedenen Theilen desselben gleichartigen Gewebes auf, so wie es der harmonischen Entwickelung des Ganzen entspricht.

Die ersten Anfänge bei diesen Vorgängen in den Zellen zu erkennen, ist nicht leicht. In den Zellen zwischen Rinde und Holz, in der sogenannten Cambialschicht läfst sich eine grofse Menge kleiner Körnchen und Bläschen erkennen, die in einer schleimigen und deshalb trüben Flüssigkeit schwimmen. Dafs zur Vermehrung dieser Flüssigkeit und der darin enthaltenen Bläschen die Zellen beitragen, wurde schon lange geahnt; aber in Betreff der Art und Weise, wie das geschehe, hatte man ganz verkehrte Ansichten.

Schleiden bezeichnete hier wie überall bei den Phanerogamen die jungen Zellen als eine endogene Generation der schon vorhandenen.

Die Mutterzellen werden resorbirt, nachdem die jungen Zellen sich so weit vergröfsert haben, dafs sie sich berühren; in ihrem Innern ist ein dunkler Punkt, der sich ausdehnt und körnig und schleimig zu sein pflegt, mit umhüllenden Membranen. Bald nachher erlangt diese Membran die Gröfse der primären Zelle und die darin enthaltenen Körnchen haben den Umfang, dafs sie als Bläschen mit dunklem Rande und klarem Centrum erscheinen. Dafs diese Vergröfserung auf Kosten der formlosen flüssigen Masse zu Stande kommt, kann besonders dann erkannt werden, wenn diese eine grüne Farbe hat. Die Körner dehnen sich dann aus, indem sie sichtbar die färbende Masse aus der umgebenden Flüssigkeit in sich aufnehmen, während sie

ut Meyen se ipsum falso emendat, in granulis agglomeratum esse, Link etiam probat in elementis suis philosophiae botanicae. Id quod intelligi potest, et quando extrahis vini spiritu pigmentum et materiae anamorphosi, quod postea considerare volumus.

Pariter dubitet aliquis num velamentum, quod omnia grana continet, revera sit membrana an blastema illa amplectens; facillime probatur existentia membranarum secundariarum si ex cellis cultro percisis eas aqua permota vel tenui acumine eductas, in aqua natantes conspiciamus. Haud difficile membranam animadvertes et grana ejus parieti adhaerentia dum blastema mucosum quasi informis materia objecti portatori inhaeret. Cum omnino ad justam magnitudinem pervenerit se ad cellam primariam apponit, ut transversa sectione non plane perspicua sit, sed in spiritu praeparatis non magna opera adhibita pulcherrime circumcirca diremptam, hyalinam membranam ante oculos habemus. Revera organicam membranam et non coagulationem blastemate effectam esse, jam explicatione probari mihi videtur. In organismo non exstat cella vegetationis simplex, ubique enim secundaria cella adest; in medullae parenchymate quod membranis tenuissimis compositum videtur esse, interiores cellae facile cognoscuntur spiritu adjuvante, atque, vesiculae colorante materia quidem privatae, tum bene discerni possunt.

Vesiculae chlorophyllum continentes, omnino explicatae, in naturali statu cellis instabiliter adjacent, sectionis autem conquassatione saepissime ab ea dirimuntur, et dissolutae in cellae blastemate natant; cum regulariter jaceant ex scrutatoris animo pendet, num eas spiraliter an annulariter dispositas habere velit.

Color viridis harum vesicularum saepius in flavum commutatur autumno et in floribus flavo colore gaudentibus, ubi etiam in alabastris chlorophyllum adest.

Amylum quoque in interiore parte illarum vesicularum invenitur, quod eo spectare videtur, ut chlorophyllum organico-chemico processu oxygenio excepto ut videtur adjuvante luce, ex amylo procreari possit.

Opinio, quam Endlicher et Unger protulerunt chlorophyllum quoque in amylum mutari, quam Meyen ipse probavit, omni per observationes confirmatione caret.

Embryo gignit chlorophyllum albumine desumpto, et viridis amyli vesicularum color a superficie organorum cujus cellis inest, initium capit. Qua de re Meyen in Physiologia sua (l. c. I. 193) subtilius agit. Naturam omnium harum vesicularum quae amylum, colorem viridem, vel flavum vel fuscum continent eandem esse ex his concludam. Verisimile est ut vesiculae quoque albumine vel inulino expletae huc pertineant. Amylum continentes, quae pariter ac chlornphylli vesiculae in cel-

sich zu Bläschen erweitern. Auch Link ist in seinen Elementen der philosophischen Botanik der Ansicht, dafs der grüne Farbstoff in den Bläschen eingeschlossen werde; nicht aber lagert er sich, wis Meyen sich fälschlich verbessert, auf den Körnchen ab. Man kann sich davon überzeugen, indem man den Farbstoff durch Weingeist auszieht; auch durch Anamorphose des Stoffes, wovon später. —

In gleicher Weise könnte man bezweifeln, ob die Hülle, welche alle Körnchen umschliefst, wirklich eine Membran sei oder das dieselben einschliefsende Blastem. Sehr bestimmt wird aber in dem Falle die Existenz sekundärer Häute nachgewiesen, wenn dieselben aus durchschnittenen Zellen durch einen Wasserstrom herausgespült oder mit einer Nadelspitze herausgenommen, im Wasser schwimmend zu sehen sind. Ohne Schwierigkeit wird man die Membran und die ihrer Wandung anhangenden Körnchen wahrnehmen, während das schleimige Blastem gleichsam als formlose Masse an dem Objectträger haftet. Hat sie die angemessene Ausdehnung erlangt, so schmiegt sie sich an die primäre Zelle, so dafs sie auch an einem Durchschnitt nicht deutlich sichtbar ist; desto schöner sehen wir sie in Zellen die mit Spiritus behandelt worden sind, als eine ringsum abgelöste wasserhelle Haut. Dafs sie in der That eine organische Membran und nicht blofs eine zusammengeballte Masse des Blastems sei, scheint mir schon aus der Entwickelungsgeschichte hervorzugehen. Im Organismus besteht keine einfache Vegetationszelle; denn überall ist eine sekundäre Zelle vorhanden; im Parenchyme des Markes, welches aus sehr zarten Häuten zusammengesetzt erscheint, erkennt man die inneren Zellen leicht mit Hilfe von Spiritus und dann lassen sich auch die Bläschen, des Farbstoffes zwar beraubt, leicht unterscheiden.

Die Chlorophyll enthaltenden Bläschen liegen nach vollständiger Entwickelung in natürlicher Lage immer an der Zellwand (Taf. I. Fig. 11 und 12); durch die Erschütterung, die beim Schneiden unvermeidlich ist, werden sie aber sehr oft davon getrennt und schwimmen aufgelöst im Blastem der Zelle. Liegen sie in regelmäfsiger Anordnung, so liegt es ganz in unserem Belieben, ob wir sie für spiralig oder ringförmig vertheilt halten wollen.

Die grüne Farbe dieser Bläschen wird im Herbste in eine gelbe umgewandelt; ebenso in den gelben Blumen, in deren Knospen ebenfalls Chlorophyll vorhanden ist.

Amylum findet sich auch im Innern jener Bläschen; dieser Umstand scheint anzudeuten, dafs Chlorophyll vermittels eines organisch-chemischen Processes durch Aufnahme von Sauerstoff und wie es scheint, unter Beihilfe des Lichtes aus Amylum entstehen kann.

Die Meinung Endlichers und Ungers, dafs Chlorophyll auch unmittelbar in Amylum sich umwandele, welcher auch Meyen zustimmt, entbehrt jeder Bestätigung durch Thatsachen.

Der Embryo erzeugt Chlorophyll auf Kosten des Eiweifses und die grüne Färbung der Amylumbläschen beginnt von der Oberfläche der Organe in der sie sich befinden. Ueber diesen Gegenstand handelt Meyen in seiner Physiologie ausführlicher. Ich möchte daraus den Schlufs ziehen, dafs die Natur aller dieser Bläschen, welche Amylum, grünen, gelben oder rothen Farbestoff enthalten, durchaus dieselbe sei. Wahrscheinlich gehören auch die mit Eiweifs oder Inulin gefüllten Bläschen hieher. Die Amylumbläschen, welche ebenso wie die Chlorophyllbläschen an den Zellwänden

larum parietibus distributae sunt, (Cel. Kunth quae ipse in Saxifragae granulatae bulbillis observaverat mecum benevolentissime cummunicavit, cellas amylo plane repletas, hoc in organo diu libere conjacere, planeque etiam evolutas ubi adiposis insectorum corporibus simillimae sint, facile sejungi, et transverse sectas optime facere, ut amyli vesiculas ad cellarum membranas regulariter dispositas neque cellae spatium plane complere cognoscamos), primum aequalia continent, deinde crescunt atque per strata depositum amylum praestant, cujus conditio a blastematis congestione certis temporibus iterata pendet. Quod non solum ad leges physicas redigi posse vesiculae filtri instar quod aqua madefactum sola aqua neque oleo perfunditur, eam materiam, ex qua amylum fit, transmittente, mihi demonstrari videtur inde, quod membrana vesiculae ipsa eodem tempore accrescat. Qua strata vesiculae amyli eo latiora fiunt, quo recentiora, quo propius a cellae pariete absunt.

Pars acuta, quam dicunt nucleum, prima secretio, in cellam intimam versa est. Quod ut credamus facile adducimur sectione transversa exsicati tuberis Solani tenuissima. Parietes cellarum recentium tam tenaces sunt, ut plerumque amylum sectione a pariete rescindatur. Qui incrementi modus approbat materias quibus constituitur amylum non esse in interiori parte cellae sed ad vesiculas tantum extrinsecus admoveri, sed num semper ita res sese habeat, adhuc quaerendum est.

Proprias amyli vesicularum membranas Link ostendit atque depinxit. (Icones anat.-botan. pars II. tab. XVI.)

Cellae punctatae quoque itidem vesiculis, quae in interiori parte materiam solidam secreverunt, exortae videntur. Quibus in omnibus vesiculae egerunt, dum membranae cellae secundariae minus manifesto efficaces sese praestiterunt.

Sed interdum ratio convertitur; membrana cellae secundariae assimilat et secernit admotum blastema, dum vesiculae cum parietibus arcte conjunctae non mutantur, sed arcta cum membranis conjunctione eas agentes impediunt. Hae vesiculae prima aetate liquore decolore impletae sunt, qui jodo flave tingitur; non in omnibus cellis eadem copia est, quamobrem species quoque secundariarum cellae membranarum ita diversae sunt. Quibus in cellis nulla vesicula cognoscitur, membrana secundaria unisersa pariter concrescit, dum vesiculae quae exsistunt materiae hujus assimilationem impediunt, ideoque continuationem illam plus minusve interrumpunt. Hoc modo quamdiu vesiculae circularem basin retinent oriuntur cellae porosae.

Quod si magnas cellas porosas, quae in Hoyae carnosae parenchymate inveniuntur prima aetate cognosces, membranulam, quae quamdiu omnem extensionem non adepta est, obscura est, parvis vesiculis obtectam esse reperies. Aliquid longius evoluta, quemadmodum in internodio subsequenti invenitur, membrana cellae sicut

vertheilt sind, (Kunth hat mir freundlich seine Beobachtungen an den Bulbillen von *Saxifraga granulata* mitgetheilt. In diesen lagen die mit Amylum gefüllten Zellen lange Zeit frei nebeneinander und auch die vollständig ausgebildeten, die dann den Fettmassen der Insekten sehr ähnlich sind, waren leicht trennbar. Auch hier erkennt man an durchschnittenen Zellen leicht, daſs die Amylumbläschen an den Zellwänden regelmäſsig vertheilt sind und nicht den Zellraum vollständig ausfüllen), haben zunächst einen gleichartigen Inhalt, darauf wachsen sie und zeigen schichtweise Ablagerung*) von Amylum, was offenbar von periodisch wiederholtem stärkerem Zuflusse der Nahrungsflüssigkeit abhängig ist. Daſs dieses nicht auf bloſs physikalische Gesetze zurückgeführt werden kann, indem etwa, wie bei einem mit Wasser befeuchteten Filtrum, das nur Wasser und kein Oel durchläſst, auch nur diejenige Masse durchgelassen wird, aus welcher das Amylum entsteht, scheint mir daraus hervorzugehen, weil die Membran des Bläschens selbst zugleich mit wächst. Diese Amylumschichten werden um so breiter, je jünger und je näher sie den Zellwänden sind.

Der Kern genannte, scharf sichtbare Theil, die erste Absonderung befindet sich im innersten Raum der Zelle. Das erkennt man leicht an einem sehr dünnen Querschnitt eines ausgetrockneten Kartoffel-Stärkemehlkornes. Da die Wandungen der jungen Zellen zähe sind, wird meistens das Amylum durch den Schnitt davon losgerissen. Diese Weise des Wachsthums zeigt, daſs die Stoffe, aus denen das Amylum sich bildet, nicht im Innern der Zelle sind, sondern von auſsen her zugeführt werden. Ob aber die Sache sich immer so verhalte, ist noch die Frage.

Die eigenen Häute des Amylumbläschens hat Link dargestellt.

Die punktirten Zellen scheinen auch durch Bläschen entstanden zu sein, die im Innern einen festen Stoff ausgeschieden haben. Hierbei sind besonders die Bläschen thätig, während die Häute der sekundären Zelle weniger deutlich assimilirend wirksam scheinen.

Bisweilen aber kehrt sich das Verhältniſs auch um; die Membran der sekundären Zelle assimilirt und secernirt das zugeführte Blastem, während die Bläschen in enger Verbindung mit den Wänden befindlich sich nicht verändern, vielmehr dadurch den Häuten in ihren Funktionen hinderlich werden. Diese Bläschen sind anfänglich mit einer farblosen Flüssigkeit angefüllt, welche durch Jod gelb gefärbt. Aber nicht in allen Zellen sind sie in gleicher Menge vorhanden und daher haben auch die secundären Häute der Zelle ein so verschiedenes Ansehen. In den Zellen, deren ganze sekundäre Membran gleichmäſsig wächst, sieht man keine Bläschen, während dort, wo anfangs solche Bläschen vorhanden sind, die Assimilationsthätigkeit der Zellmembran da wo sie ankleben gehindert wird und so deren Zusammenhang mehr oder weniger unterbrochen ist. Auf diese Weise entstehen die porösen Zellen, so lange die Bläschen ihre kreisförmige Basis behalten.

Betrachtet man die groſsen Zellen aus dem Parenchym der *Hoya carnosa* (Taf. I. Fig. 9. a—i) in ihren ersten Anfängen, so sieht man zunächst ein Häutchen von dunkler Färbung mit kleinen Bläschen bedeckt. Bei weiterer Entwickelung im folgenden Internodium ist die Membran der Zelle und der Bläschen durchsichtig geworden;

*) Jetzt halte ich das Amylum für Anwachsschichten der ursprünglich zarten Hülle des Amylumbläschens, Schichten die, gleich denen der Epidermialzellen, unter sich physikalisch und chemisch ungleichartig sind.

vesicularum pellucida reddita est; vesiculae hae eadem ratione cum jodo utuntur atque supra memoratae. — In internodio tunc sequenti membrana multum amplificatae cellae condensari incipit, unde vesiculas aliquamdiu comprimi neque tamen a membrana separari facile videre possumus. Quo majore fruitur aetate internodium, eo magis membrana condensata est, donec lumen cellae plane concrescat, et vesiculae magis magisque comprimantur neque vero plane depellantur, cum constrata latius expandantur itaque formam coni similem assumant. Numerus stratorum, que in incrassatis cellarum membranis aeque ac in amylo cognoscuntur, numero internodiorum non respondet, sed cujusvis internodii membrana compluribus stratis augetur. Haec concrescendi ratio omnia strata non ex materia, cellis contenta, constrata esse, sed ex blastemate extrinsecus introducto assimilari probat. Inde imprimis primarias cellarum membranas, et quae etiam tum adest intercellularem substantiam alimentum traducere sequitur, certe in parenchymate. Quod si hoc blastema materia quae ad incrementum cellarum membranis necessaria aut secreto in cellis deposito desumptis ut per cellarum membranas perducantur non amplius apta sunt; in externam cellae partem secernitur ut gummi, resinae etc.

Pariter vasa porosa, scalariformia, annularia, reticulata, spiralia oriuntur, cum blastema a secundaria cella modo hoc modo illo sensu assimiletur. Id quod ex cognito Aesculi hippocastani gemmarum parenchymate magnis cellis praedito et ex spectatis cellis fibrosis quae in antheris satis magnae inveniuntur, mihi visum est. Hic quoque secundarias cellarum membranas vesiculis obtectas inveni, quarum loco apud aliquanto longius explicatas formationes reticulatae saepe fibrosae exstiterunt.

Link (phil. bot. I. 119) poras cellarum porosarum vesiculas habet, ibidem p. 177 eandem vasis porosis, lacunosis, bullolosis ac vesiculosis naturam esse dicit; hoc tantum errasse videtur quod vesicularum orginem e fibris residuis deducit.

Angustissima ligni vasa spiralia quomodo orta sint, difficile cognoscitur; extensio vero minima causa esse potest, cur alium formationis processum accipiamus, quoniam natura omnia simplicissime et aequabilissime procreat.

Hac in secundaria cella praeter vesiculas memoratas nucleus ille invenitur quem R. Brown primus vidit, quemque Schleiden cellam formantem cytoblastum, Ascherson olei guttam vocavit, equidem vero parvam cellam tertiariam habeam ab explicatione impeditam. Quae sententia inde quod hoc corpus cum secundaria cella explicanda comparavi mihi placuit, quod in cryptogamis endogeneam illam cellarum formationem inveni, quod nucleum ad cellam sese evolventem revera conspexi. Hoc describam. —

Antea vero pauca de rubro et cyaneo pigmento dicam liceat. Hoc quoque in tertiaria membrana que totius cellae extensionem consequitur, formatur, ac principio vesiculae minimae speciem praebet quae quod pellucida non est guttae adspectum praebet in cellis chlorophyllo repletis; quo vero magis haec vesicula expanditur, eo

letztere verhalten sich gegen Jod ebenso, wie die oben erwähnten. — Im folgenden Internodium beginnt die Haut der bedeutend erweiterten Zelle sich zu verdicken, und die Bläschen werden comprimirt, trennen sich aber nicht von der Haut. Je älter das Internodium ist, um so mehr ist auch die Haut verdickt, bis der ganze Zellraum ausgefüllt ist und die Bläschen mehr und mehr zusammengeprefst werden, aber nicht gänzlich verschwinden, während die zwischen ihnen befindlichen Theile der Zellhaut sich mehr und mehr ausdehnen und so Kegelform annehmen. Die Anzahl der Schichten, welche in den verdickten Zellhäuten ähnlich wie beim Amylum sich erkennen lassen, entspricht nicht der Zahl der Internodien; sondern in jedem Internodium wird dieselbe um mehrere gesteigert. Diese Weise des Wachsthums zeigt, dafs die sämmtlichen Schichten nicht aus dem Zellinhalt abgelagert sind, sondern aus von aufsen zugeführtem Blastem assimilirt werden. Daraus folgt, dafs besonders die primären Häute der Zellen und die noch vorhandene Intercellularsubstanz wenigstens im Parenchym die Nahrung zuführe. Wenn aber dieses Blastem nach Entnahme des zum Wachsen der Zellhaut nöthigen Stoffes und des Zellinhaltes nicht weiter zur Durchführung durch die Zellhäute geeignet ist, so wird es auf den äusseren Theil der Zelle abgesetzt wie Gummi Harz u. s. w.*)

Auf gleiche Weise entstehen die porösen, leiter-, ring-, netz- und spiralförmigen Gefäfse, indem von der sekundären Zelle das Blastem bald in dieser, bald in jener Weise assimilirt wird. Das sieht man deutlich an dem aus grofsen Zellen bestehendem Parenchym der Knospen von ***Aesculus Hippocastanum***, und an den fasrigen Zellen, welche von ziemlicher Gröfse in den Antheren zu finden sind. Auch hier fand ich die sekundären Zellen mit Bläschen bedeckt, an deren Stelle bei den weiter entwickelten, netzförmige, oft fasrige Bildungen vorkommen.

Link (phil. bot. I. 119) hält die Poren der porösen Zellen für Bläschen, p. 177 sagt er, dafs die porösen, lückigen, bauschigen und blasigen Zellen im Wesen überein stimmende sind. Nur darin scheint er zu irren, dafs er den Ursprung der Bläschen von Faserresten herleitet.

Wie die engsten Spiralgefäfse entstanden sein mögen, ist sehr schwer zu erkennen. Die so geringe Ausdehnung derselben kann uns aber keinesweges veranlassen eine andere Bildungsweise anzunehmen, da die Natur überall Alles in der einfachsten und gleichartigsten Weise schafft.

Innerhalb der sekundären Zelle finden wir nun aufser den erwähnten Bläschen jenen Zellkern, auf den R. Brown zuerst hingewiesen hat. Schleiden nannte ihn zellbildenden Cytoblast, Ascherson Oeltropfen; ich halte ihn für eine kleine in ihrer Entwickelung gehemmte tertiäre Zelle. Meine Gründe dafür sind: 1) ich habe dieses Gebilde mit der Entwickelung der sekundären Zelle verglichen; 2) ich habe bei den Kryptogamen jene endogene Zellenbildung angetroffen; 3) ich habe in der That den Zellkern sich zur Zelle entwickeln gesehen. Davon nachher.

Zunächst will ich einiges über den rothen und blauen Farbstoff anführen. Auch dieser wird in einer tertiären Membran, welche die Ausdehnung der ganzen Zelle erreicht, gebildet, erscheint zunächst in der Form eines kleinen Bläschens, welches, da es undurchsichtig ist wie ein Tropfen aussieht, innerhalb der Chlorophyll enthalten-

*) Dagegen vergleiche man „Vegetationsorgane der Palmen 1847, so wie: Die Entstehung des Harzes, Wachses 1857“ u. a. a. O. weiter unten.

magis chlorophyllum evanescit, donec tota cella illa vesicula repleta sit, ut harum cellarum paries tribus constet membranis. Id quod in excultis quoque cellis apparet si segmentum transversum alcohole tractamus, unde singulae separantur membranae et oculis perspici possunt. Praeter cellam hanc secretionis, nucleus decolor adest, ut utriusque formationis varia inde natura eluceat.

Series colorum xanthica et cyanea ideo jam formatione distinguuntur, cum haec organismo vivente et agente perfectius esse producta vidiatur.

Vesiculis quoque crescendi facultatem inesse e nonnullis epidermidis formationibus e. g. pilis et glandulis patet, sicuti vesiculae in pollinis cellarum parietibus adjacentes non raro in acumina exeunt.

Si epidermidis cella ad pilum et setam expanditur in illa tertiaria membrana saepe oritur; saepissime vero non una sola in epidermidis cella ad pilum destinata sed plures simul oriuntur, quae iterium complures cellas in se procreant unde pili harticulati q. d. nascuntur. Per harum formationum structuram aeque acute ac in cryptogamis cellarum formationis processum persequi licet; principio semper vesiculae minimae, nisi blastema nimis impellucidum est, in cella materna libere natare videntur, quonam tamen modo hae vesiculae granosa substantia impleantur, num citius an tardius, et quam cito nucleolus sequentium generationum indoles exsistat, ex blastematis natura pendet.

In veris glandulis hic cellarum formationis processus saepius repetitur; interdum e. g. in Holosteo umbellato, Lamio aliisque quinque generationes endogeneas inveni, ut a nucleolo usque ad jam duplicatam cellae maternae parietem septem membranae fuerint. Num certa quadam lege endogenearum cellarum numerus constituatur, ut equidem opinor, hanc quaestionem ut solvamus observationes nondum sunt satis perfectae.

Vesiculae, quae in pilorum superficie complurium plantarum familiarum e. g. Asperifoliarum saepius esse videntur e cella pili prima, tertiariae cellae, nascuntur; principio libere in blastemate quasi grana circumnatant, postea regulariter cellae membranae sese applicant, cum illa concrescunt, id quod amyli et pigmenti vesiculae agunt, magis etiam, quae porosas et fibrosas cellas efficiunt, magis minusve expanduntur, ex quo materiam internam cum atmosphaera correspondere, conjicere licet. Hoc expansionis studium causa fuit, quod externo pilorum strato procreatae esse dictae sunt, contrarium autem verum esse facile persuadebimus nobis, si historiam evolutionis observando persequimur, aut si juniores pilos, in quibus vesiculae paullo ante cum pariete consociatae sunt, alcohole tractaverimus, qua re tertiaria membrana ab externa separatur et cum materia sua contrahitur.

Quod si vesiculae in cellae membrana affiguntur, antequam quae par est, extensionem assecuta sit, cum cella una longitudinaliter expanduntur, et quominus pilus

den Zellen. Jemehr aber dieses Bläschen sich ausdehnt, um so mehr verschwindet das Chlorophyll bis die ganze Zelle von jenem Bläschen ausgefüllt ist, so dafs die Wandung dieser Zelle dann aus drei Membranen besteht. Das wird deutlich an ausgebildeten Zellen, deren Querschnitt mit Alkohol behandelt wird. Es werden dadurch die einzelnen Häute von einander getrennt und deutlich sichtbar. Aufser dieser Sekretionszelle ist ein farbloser Zellkern vorhanden, so dafs die verschiedene Natur beider Bildungen daraus erhellt.

Die gelbe und blaue Farbenreihe wird deshalb schon in der Bildung unterschieden, indem diese ein vollkommenes Produkt des lebensthätigen Organismus zu sein scheint.

Dafs auch die Bläschen wachsen können, erhellt aus einigen Bildungen der Epidermis, wie z. B. der Haare und Drüsen, so wie auch die Bläschen an den Wänden der Pollenzellen häufig in Spitzen auslaufen.

Wenn die Epidermiszelle zu einem Haare oder zu einer Borste sich ausdehnt so entsteht in ihr häufig eine tertiäre Membran; sehr oft aber nicht blofs die eine, sondern mehrere, welche wiederum mehrere Zellen in sich erzeugen und die sogenannten gegliederten Haare bilden. Während ihrer Bildung kann man eben so genau, wie bei den Kryptogamen den Bildungsprocefs der Zellen verfolgen (Taf. I. Fig. 13). Anfangs sieht man immer die kleinen Bläschen, wenn nicht das Blastem zu undurchsichtig ist, in der Mutterzelle frei schwimmen. Auf welche Weise jedoch diese Bläschen sich mit körniger Substanz füllen, ob früher oder später und wie schnell ein Kernkörperchen als Anlage folgender Generationen entstehe, hängt von der Natur des Blastems ab.

Bei den wahren Drüsen wiederholt sich dieser Zellbildungsprocefs öfter. Bei *Holosteum umbellatum*, *Lamium* u. a. habe ich bisweilen fünf endogene Generationen gefunden, dafs von dem Kernkörper bis zur doppelten Zellwand der Mutterzelle gerechnet, sieben Häute vorhanden waren. Ob durch ein bestimmtes Gesetz die Zahl der endogenen Zellen geregelt werde, wie ich vermuthe, diese Frage läfst sich bei dem jetzigen Stande der Beobachtungen noch nicht entscheiden.

Die Bläschen welche auf der Oberfläche von Haaren mehrerer Pflanzenfamilien, z. B. der Asperifolien häufiger zu sein scheinen, entstehen aus der ersten Zelle des Haares als tertiäre. Zunächst schwimmen sie im Blastem als scheinbare Körnchen umher, später lagern sie sich regelmäfsig an die Zellmembran, wachsen mit ihr zusammen, wie die Amylum- und Pigmentbläschen, und noch mehr, diejenigen, welche die poröse und fasrige Struktur der Zellenwände hervorbringen, dehnen sich mehr oder weniger aus, und es läfst sich daraus vermuthen, dafs die innere Materie mit der Atmosphäre in Verbindung stehe. Dieses Bestreben, sich auszudehnen war die Veranlassung, dafs man behauptete, sie würden abgesondert von der äufseren Wandung der Haare. Von dem Gegentheile überzeugt man sich leicht durch Beobachtung der Entwickelungsgeschichte oder wenn man jüngere Haare, in denen sich die Bläschen kurz zuvor an die Wand angelegt haben, mit Alkohol behandelt. Dadurch wird die sekundäre oder tertiäre Membran von der äufseren getrennt und schrumpft mit ihrem Inhalte zusammen.

Wenn die Bläschen sich an die Zellhaut anheften, bevor dieselbe den angemessenen Umfang erlangt hat, so dehnen sie sich mit der Zelle zusammen in die Länge

hac directione (i. e. a. summa ad imam partem) arefiat impediunt, dum forma fibrosa inde haud raro nascitur.

In excultis vero setis externas ambas membranas h. e. propriae epipermidis cellae parietes, internoscere non possumus, et ex historia generationis tantum illas adesse scimus, idemque in sequentibus endogenearum cellarum parietibus accidit, cum ita expansae sunt, ut dissepimenta inde nata externam membranam, (quae jam cuticula setae vocanda est), tangant. Si in setis non una cellarum series, sed plures et tota parenchymatis tela innascuntur, setae superficies eundem praebet aspectum quem omnino plantarum epidermis, manifesteque nobis persuadebimus, quam difficile in parte plane exculta dijudicetur, num cuticula adsit nec ne. In setis illam esse negare non possumus, quippe quae acumine saepe cavo probetur.

Pollinis quoque explicatione cellarum formationis ratio manifeste spectatur, nucleum non propriam nec perfectam rem, sed cellam tantum infimo explicationis gradu esse, et blastemate et novae cellulae primordio (nucleolo) completam.

Si tenues sectiones transversas Philadelphi coronarii gemmae, que diametrum lineae unius habet, praeparamus, antheras ex paene aequabili cellarum tela constare vidimus, in quo epidermidis stratum et medium connectivi stratum vix distinguimus; parvae cellae materia viridi blastemate impellucida, quae fere omne cellae spatium tenet, completae sunt.

In gemmis aliquanto majoribus singulas cellas et fuscum nucleum facile spectamus et gemmas majores contemplantes secundariam membranam et nucleos cum nucleolis ex minimis vesiculis ut jam descripsimus, hic quoque enasci videmns. Hic tamen ea differentia est, ut quattuor nuclei oriantur certis cellae cujusvis locis iisque binis antherae loculamentis respondentibus, dum in connectivi cellis, ut vulgo, unus tantum nucleus nascitur. Hic nucleus certam assequitur extensionem, tum vero non amplius mutari videtur. Qui vero quaterni in cella una sunt nuclei tamdiu expanduntur, donec cellae spatium plane compleant; vulgo utuntur positione tetraëdra. Nucleolus simul expansus, novum nucleolum creat, dum externi cytoblastematis grana regulariter ad externam cellae membranam sese applicant. Horum granorum in loco minores majoresve vesiculas adesse, que saepe totam cellae parietem obtegant, unde membrana ipsa his vesiculis formata esse videatur e g. in Iride, Statice, Iberis etc., Mohl in celeberrimo suo, de compositione formisque pollinis granorum (über den Bau und die Formen der Pollenkörner) libro diligentissime exposuit.

Sicut in pilis vesiculae saepe supra totam cellae membranae planitiem expanduntur, itaque illi granosum adspectum dederunt, ita in polline quoque vesiculae interdum ut grana vel aculei exeunt, dum in interiore parte proprias glutinosas, mucosas vel aetherice-oleosas materias secernunt.

Priores scriptores has vesiculas et grana externa pollinis superficie procreata

und verhindern die Austrocknung des Haares in dieser Richtung, d. h. von oben nach unten; während es dadurch nicht selten fasrig erscheint.

In ausgebildeten Borsten jedoch lassen sich die beiden äufseren Häute d. h. die eigentlichen Zellwände der Epidermis nicht von einander unterscheiden, und ihr Dasein ist allein aus der Entwickelungsgeschichte zu erkennen. Dasselbe ist der Fall bei den folgenden Wänden der endogenen Zellen, wann sie sich so ausgedehnt haben, dafs die daher entstehenden Zwischenwände die äufsere Membran (die nun als *cuticula* der Borste zu bezeichnen ist*) berühren. Wenn in den Borsten nicht blofs eine Reihe von Zellen, sondern mehrere und ganze Parenchymgewebe entstehen, so hat die Oberfläche der Borste dasselbe Aussehen wie die Pflanzenepidermis und man überzeugt sich deutlich, wie schwer an einem vollständig ausgebildeten Theile der Pflanze zu erkennen ist, ob eine *cuticula* vorhanden oder nicht. An den Borsten können wir sie nicht wegläugnen; sie wird da oft durch die hohle Spitze nachgewiesen.

Auch aus der Entwickelung des Pollens wird die Bildungsweise der Zellen deutlich. Auch hier ist der Zellkern nichts eigenthümliches und abgeschlossenes, sondern nur eine Zelle auf der untersten Entwickelungsstufe, die mit Zellsaft und dem Keime zu einem neuen Zellchen, dem Kernkörper, ausgefüllt ist. (Taf. I. Fig. 8 a—i).

In dünnen Querschnitten von Blumenknospen im Durchmesser einer Linie des *Philadelphus coronarius* bestehen die Antheren aus einem fast gleichartigen Zellgewebe; die Zellen der Epidermis und des Connectivs sind kaum gröfser als die übrigen. Die kleinen Zellen sind mit grünlichem undurchsichtigem Safte angefüllt.

In etwas gröfseren Knospen sind die einzelnen Zellen und der dunkle Zellkern leicht zu unterscheiden, und mit noch gröfseren verglichen, sieht man deutlich, dafs auch hier die sekundäre Membran und die Zellkerne mit den Kernkörperchen aus ganz kleinen Bläschen, wie schon beschrieben, entstehen. Hier ist jedoch der Unterschied, dafs vier Zellkerne an bestimmten Stellen jeder Zelle, die den beiden Fächern der Anthere entsprechen, sich entwickeln, während in den Zellen des Connektivs, wie gewöhnlich, nur ein Zellkern entsteht. Dieser Zellkern erreicht eine gewisse Ausdehnung, scheint dann aber sich nicht weiter zu verändern. Jene vier hingegen nehmen so lange an Umfang zu, bis sie den Zellraum vollständig ausfüllen; gewöhnlich haben sie tetraedrische Stellung, das zugleich vergröfserte Kernkörperchen bildet, einen neuen solchen, während die Körnchen des Zellsaftes sich regelmäfsig an die äufsere Zellhaut anlegen. Dafs an Stelle dieser Körnchen gröfsere oder kleinere Bläschen vorhanden sind, welche oft die ganze Zellwand bedecken, so dafs es den Anschein gewinnt, als ob die Membran selber aus diesen Bläschen gebildet wäre, z. B. bei *Iris, Statice, Iberis* u. s. w. hat Mohl in seiner Schrift über den Bau und die Formen der Pollenkörner sorgfältig erörtert.

Wie bei den Haaren die Bläschen sich oft über die ganze Fläche der Membran ausbreiten und ihr ein körniges Ansehen geben, so vergröfsern sich auch beim Pollen die Bläschen zuweilen zu scheinbaren Körnchen und Stacheln, während sie im Innern eigenthümliche klebrige, schleimige oder ätherisch-ölige Stoffe absondern.

Die früheren Schriftsteller behaupteten, dafs diese Bläschen und Körnchen auf

*) Dafs diese in Parenthese stehende Bemerkung irrthümlich ist, geht aus der weiter unten folgenden Abhandlungen über die Hüllhaut der Pflanzen hervor.

et extra constrata esse dixerunt. Mohl ipse, qui pollinem tantum excultum descripsit, vesiculis illis externam cellarum membranam constitui credit; sed ne etiam tunc quidem ullum membranae circumdantis vestigium reperitur, et quod oleum in vesiculis contentum tam facile effluit, tenuissimam modo cuticulam exspectare possumus; neque tamen e pollinis evolutione descripta externa simplex cellarum membrana plane negari potest et quae pollinis formae vesiculas aut grana minus exculta minusque oleum continentia continent, clarius jam ostendunt, se in superficie non esse.

Dum quaternae illae cellae endogeneae ad perfectas cellas explicantur, et libera neque inter se conjuncta pollinis grana cognoscuntur, cella materna, quae illas circumdat, magis magisque evanescit, et externa quidem primo resorberi videtur, nam ubi alabastrum Philadelphi duarum linearum extensionem assecutum est singulae cellae maternae facile separantur, dum quattuor pollinis grana membrana circumclusa manent. Haec evanescit posteriore tempore, tum vero quattuor pollinis grana non conjuncta facillime separantur.

In secundaria pollinis grani membrana quamdiu illud maturitatem perfectam non assecutum est, magna granorum vesicularum cellarum copia invenitur, quae omnia in pituitoso blastemate natant; quo proprius vero pollinis granum ad maturitatem accedit, eo magis evanescunt cellae aut vesiculae et grana quae valde moleculariter moventur maximam spatii partem occupant; dum paucae tantum vesiculae una adsunt.

Haec grana plus quam bis millies amplificata si contemplamur inopia luminis, quae cum his magnis amplificationibus necessarie conjuncta est, quominus simplici observatione judicare possim impedivit, num solida corpora an parvae vesiculae adsint. Hac re sola quod omnia interjacentia membra inde a minimis granulis usque ad manifestam vesiculam haud deficiunt, ut haec grana quoque vesiculas esse posse credamus, factum est.

Mihi quidem verisimillimum videtur, haec grana, quae partim vesiculae esse videntur, illa cellarum vegetatione, quae pollinis grano minus maturo contenta est, procreari, non ut R. Brown dixit (Observ. of the organs. and mode of fecundation in Orchideae and Asclepiadeae London 1831) alimentum cellis adhuc creandis, sed ipsa principia illarum esse cellarum, quae post tubi pollinarii contactum cum amnii membrana in illo explicantur.

Jodo tam hae vesiculae quam cetera mucosa materia flave colorantur, ut et in maturo Philadelphi polline et in minus efformatis amylum non contineatur. Contra cellae loculamenta circumdantes, praesertim cum minores etiam sint, multum amylum continent, quod inter crescendi processum paullatim resorbetur.

Equidem omnino in omnibus pollinis granis, quae hucusque observavi nullum violaceum colorem jodo adhibito, tamen fere semper has amyli vesiculas, quae in parenchymate natae anthera resecta libere in aqua natant, repperi.

Schleiden cellarum formationem praecipue in tubo pollinario et amnii membrana observavit, atque ita theoriam sustentavit; equidem quoque ideo necessarium putavi has partes diligentius perspicere ut mihi persuadeam, num natura hic illam legem, quae alias ubique valet, tollat. Minime vero quemadmodum Schleiden dixit

der äufseren Oberfläche des Pollens gebildet und abgelagert würden. Mohl selbst, welcher nur den fertigen Pollen beschrieben hat, ist der Meinung, dafs durch jene Bläschen die äufsere Zellhaut gebildet werde; freilich findet sich dann auch keine Spur einer umhüllenden Membran, und weil das in den Bläschen enthaltene Oel so leicht ausfliefst, so können wir nur eine sehr dünne *cuticula* voraussetzen. Jedoch kann man der eben gegebenen Entwickelungsgeschichte des Pollens zufolge die äufsere Zellmembran demselben nicht vollständig absprechen und diejenigen Pollenformen, welche weniger entwickelte Bläschen und Körnchen und weniger ölhaltige Körnchen enthalten, zeigen schon deutlicher, dafs sie sich nicht auf der Oberfläche befinden.

Indem jene viergruppigen endogenen Zellen sich zu vollkommenen ausbilden und zuletzt als freie nicht unter sich verbundene Pollenkörner erkannt werden, schwindet die umgebende Mutterzelle mehr und mehr, und zwar scheinen die äufsern Theile zuerst resorbirt zu werden; denn bei einer Philadelphusknospe von zwei Linien Durchmesser, lassen sich die einzelnen Mutterzellen leicht von einander trennen, während die vier Pollenkörner von der Membran umschlossen bleiben. Diese schwindet später gänzlich, dann aber trennen sich die vier verbundenen Pollenkörner sehr leicht.

So lange das Pollenkorn noch nicht seine vollkommene Reife erlangt hat, findet man innerhalb der sekundären Membran desselben, eine grofse Menge von Körnchen, Bläschen und Zellen, die alle in einem schleimigen Blastem schwimmen. Je mehr sich aber das Pollenkorn der Reife nähert, um so mehr schwinden jene Gebilde, die sich in rascher molekulärer Bewegung befinden und den gröfsten Theil des Raumes einnehmen, indem nur wenige Bläschen zugleich vorhanden sind.

Diese Körnchen lassen es bei mehr als 2000maliger Vergröfserung wegen Lichtmangels schwer beurtheilen, ob sie solide Körper oder kleine Bläschen sind. Allein durch den Umstand, dafs alle Zwischenglieder von dem kleinsten Körnchen bis zu dem deutlichen Bläschen vorhanden sind, wird es thunlich, auch diese Körnchen für Bläschen zu halten.

Mir ist es sehr wahrscheinlich, dafs diese Körner, welche zum Theil Bläschen zu sein scheinen, nicht wie R. Brown behauptet, Nahrungsstoff für erst zu bildende Zellen, sondern die Anfänge derselben vielmehr selber sind, welche sich nach der Berührung des Pollenschlauches mit der Haut des Embryosackes in jenem entwickeln.

Durch Jod werden diese Bläschen, wie die übrige schleimige Masse gelb gefärbt; es enthält also der reife Pollen von Philadelphus, wie der unreife, kein Amylum. Dagegen enthalten die Zellen, welche die Antherenfächer umgeben, besonders die noch kleineren viel Amylum, das während des Wachthums allmählig resorbirt wird.

Ich habe überhaupt alle Pollenkörner, die ich untersucht habe, ohne Amylum gefunden; jedoch fast immer sah ich diese Amylumbläschen, die im Parenchym entstanden, und nachdem die Anthere durchschnitten wurde, frei im Wasser schwimmen.

Schleiden hat die Zellenbildung besonders am Pollenschlauch und in dem Embryosack beobachtet und darauf seine Theorie gestützt. Auch ich habe es deshalb für nöthig gehalten, diese Theile genauer zu beobachten, um ins Klare zu kommen, ob die Natur ihr Gesetz, welches sonst überall gilt, suspendire. Durchaus nicht habe

in pollinario tubo talem nucleum repperi, qualis in parenchymatis cellis invenitur, qui ad nullam ampliorem explicationem aptus sit, tantum nutrimentum esse videatur, circum quem novae cellulae ratione nota nucleo ante orto formentur; me universus processus illius formationis; quae in epidermis cellis et glandulis exsistit, meminerat.

In tubi pollinarii blastemate quod ed ovulnm pervenerat, quod granosum quidem multo liquidius tamen est, quam exiens ex pollinis grano esse videtur, parvae vesiculae natae sunt, ut equidem credo expansione vesicularum fovillae puncto similium. Hae aut densiorem continent liquorem, quam circumdans blastema, et tum cum solidis granis saepe commutari possunt, nisi margo acutus circularis, liquidam profiteatur conditionem; aut quam continent parvae vesiculae materiam, ea minus densa quam cetera est, ubi difficile dijudicatur num solae lacunae pituitosi blastematis, an cellae cum propriis parietibus sint habendae.

Ex tamen ulteriore explicatione utraque conditione cellas revera proprias adesse videmus; dum enim vesicularum amplificatarum parietes se tangunt, in superiore angusti tubuli parte dissepimenta transversa oriuntur, quemadmodum jam in pilis et in mycelio descripsi. Neque unquam hic neque alias membranam granorum aggregatione oriri inveni, etiamsi hic ipse tubus pollinarius magis quam alius aliquis locus praebet speciem, quasi membrana se expandens singulis moleculis constet. Id quod solum ex blastematis ratione pendet, neque in ea cellarum formatione, quae ante embryonem ortum antecedit, regulariter accidit, cum ubi blastema liquidius est e. g. in Reseda, in Leguminosis multis et Cruciferis, certe in magna plantarum copia, quarum equidem omnino parvum tantum numerum contemplatus sum, cellam homogenea aequabilique membrana formatam esse facile intelligamus.

Quod si blastema pituitosius granisque plenius est, haec grana, dum vesicula expanditur, membranae ejus sese applicant, et cum facilius perspicua fiant quam tenues pellcidae membranae has componere videntur.

Simillimum phaenomenon, quod tamen nullo modo dubitare sinit, quin grana ad membranae formationem nihil unquam valeant, praebent ranarum ova, si mortua in aqua jacent. Quodvis ranarum ovum praeter communem materiam albuminosam, ubi omnia simul nata una sunt involuta, suo quodque albuminis strato circumdatum est, quod stratum aut homogenea membrana aut coagulato strato cujusmodi in gallinarum ovis invenitur, exsistit. Hoc velamentum aqua valde expanditur, dum albumen aquae endosmosi augetur, et quae in aqua natant aliogenas particulas, quae etiam glutinosae materiae facile adhaerescunt, ubivis repellit, ut nisi albuminis stratum propria conditione notissimum, totusque processus tantum physicus agnitus sit, expandendo velamentum attractione et aggregatione granosae materiae nasci facile credere possimus.

In infimo foecundatorum tuborum pollinariorum fine magna vesicularum cellarumque copia citissime paene uno tempore explicatur, quae plerumque densiore blastemate minus pellucido complentur novasque cellarum generationes in se creant,

ich aber im Pollenschlauch, wie Schleiden behauptet hat, einen solchen Zellkern gefunden, wie er in den Parenchymzellen vorkommt, der keiner weiteren Entwickelung fähig nur Nahrungsstoff wäre, und um den sich neue Zellchen auf die bekannte Weise gestalteten. Mich erinnerte der ganze Vorgang an jene Bildung die in den Epidermiszellen und in den Drüsen vorkommt.

In dem Blastem des Pollenschlauches, der bis zum Eichen gelangt war, welches zwar körnig aber doch immer flüssiger ist, als es bei seinem Austritt aus dem Pollenkorne den Anschein hat, sind kleine Bläschen entstanden, wie ich glaube durch Vergröſserung der körnchengleichen Bläschen. Diese enthalten entweder eine dichtere Flüssigkeit, als das umgebende Blastem, und könnten dann oft mit festen Körnern verwechselt werden, wenn nicht ein scharfer kreisförmiger Rand die flüssige Beschaffenheit verriethe; oder der Inhalt der kleinen Bläschen ist weniger dicht als der übrige. Dann wird es schwer zu entscheiden, ob bloſse Lücken des schleimigen Blastems vorhanden sind oder Zellen mit eigenen Wänden. —

Aus der weiteren Entwickelung sehen wir jedoch, daſs in der That eigentliche Zellen beider Art vorhanden sind. Denn wenn die Wände der erweiterten Bläschen sich berühren, entstehen im oberen Theile des engen Schlauches Scheidewände in der Weise, wie ich es schon bei den Haaren und bei dem Mycelium beschrieben habe. Weder hier noch sonst habe ich gefunden, daſs die Membran aus Anreihung von Körnchen entstehe, obgleich der Pollenschlauch selbst mehr als irgend eine andere Stelle aussieht, als bestände die sich ausdehnende Membran aus einzelnen Molekülen. Es ist das lediglich die Folge von der Natur des Blastems und kommt bei der Zellbildung, die der Gestaltung des Embryo vorangeht, in der Regel nicht vor. Denn bei Reseda, bei vielen Leguminosen und Cruciferen und gewiſs bei einer noch sehr groſsen Anzahl von Pflanzen, wo das Blastem flüssiger ist, kann man leicht ersehen, daſs die Zellhaut aus einer homogenen und durchaus gleichförmigen Masse besteht.

Ist das Blastem schleimiger und reicher an Körnern, so legen sich diese, indem das Bläschen sich vergröſsert, an seine Wand und da sie leichter sichtbar sind, als die dünnen durchsichtigen Häute, so scheinen sie diese selber zu bilden.

Eine sehr ähnliche Erscheinung, die jedoch durchaus keinen Zweifel zuläſst, daſs die Körner nichts zur Hautbildung beitragen, zeigen die Froscheier, wenn sie todt im Wasser liegen. Jedes Froschei hat auſser der gemeinschaftlichen Eiweiſshülle, die alle zugleich abgelegten enthält, seine besondere einschlieſsende Eiweiſsschicht. Diese besteht entweder als eine homogene Haut oder als coagulirte Schicht, wie bei den Hühnereiern. Diese Hülle wird durch das Wasser bedeutend ausgedehnt, indem das Eiweiſs durch Endosmose des Wassers an Umfang zunimmt und die darin suspendirten fremden Theilchen, die sich einer klebrigen Masse leicht anhängen, überall zurückdrängt. Wäre diese Eigenthümlichkeit der Eiweiſsschicht nicht vollständig bekannt, und der ganze Vorgang nicht als rein physikalischer anerkannt, so könnten wir auch hier leicht glauben, daſs die Hülle durch Anziehung und Anreihung körniger Masse entstehe.

Im untersten Ende befruchteter Pollenschläuche entwickelt sich sehr schnell und fast zur selben Zeit eine groſse Menge von Bläschen und Zellen. Diese sind meistens mit einem dichteren, weniger hellen Blastem angefüllt und erzeugen neue Generationen von Zellen in sich. Der ganze Vorgang erinnert so an die beschrie-

ut res tota compositarum epidermidis formationum nos meminerit; cum tamen cellae ipsae in superficie minus sint pellucidae et has tenuissimas telas ad oculos praeferre difficillimum sit, ad cellarum formationem intelligendam haud aptissimus sit tubus pollinarius.

Observationes de cellis animalium.

Animalium organis endogeneam cellarum evolutionem rarius, exogeneam vero quae aperte in blastemate fit saepius solere fieri jam supra commemoravimus. Tamen ne hic quidem si exogeneam cellarum evolutionem accipimus, quam dicimus, proliferationem adesse putare possumus, quemadmodum Cagniard-Latour (L'insitut 1836. No. 23) et Schwann (Poggendorfs Annal. Bd. 41) de Saccharomyce scripserunt, ubi ex cellulis globuli ejiciantur qui prope cellam maternam ad cellas item explicentur. In animalium organismo nunquam simile quidquam spectatum est, neque apud simpliciora plantarum genera hunc processum esse justum, sed revera endogeneam evenire cellarum evolutionem jam antea explicare studui.

Neque magis endogenea cellarum formatio cellis interruptis, cum dissepimenta longitudinalia et transversa a cellae pariete in cavum crescant et coalescant, id quod jam apud plantas non esse accipiendum me probavisse spero, apud animalia exstat. Schwann opinatur simile aliquid in eo, quem sulcorum processum ovi dicimus; Bergmanno vero auctore (Müllers Archiv 41 p. 62) haec res inde nascitur, quod quae corpora elementaria vitellum componunt suis quaeque turmis disponuntur, quae magis magisque angustioribus circumscribuntur finibus. Bergmann inter diversas turmas glutinosum conjunctionis medium ut singularum turmarum isolatorem, ut ita dicamus liceat, interesse putat, tamen in illis corporum elementarium turmis conjunctionis medium liquefactum et absorptum esse. Secundum ea, quae Vogt de Alyte obstetricante scripsit, sulci sunt leves vitelli fissurae, in quas vitelli membrana plicata se infert. Reichert eam sequitur sententiam hanc vitelli sulcationem, conceptione effecta, inde exsistere, quod endogenae cellae eaeque ex parte exteriore in interiorem resorptae sint. Quod ovum ad semen concipiendum maturum sit, sub vitelli membrana ab illo contineri cellam secundariam ejusdem extensionis, in qua denuo duas cellas ejusmodi inveniri dixit, ut alterius spatium plane compleant, eamque dividant. Hujus tertii ordinis unamquamque ipsam includere duas quaternarias cellas plane eodem modo, quem processum semper identidem, eo usque continuari, ut sulcatione ad finem usque producta in toto vitello appareat numerus. Nunc si altera resorbetur cella, tertiariae evolvuntur, membrana vitelli tenuis nunc simplex

benen zusammengesetzten Epidermisbildungen. Da jedoch die Zellen der Oberfläche selbst weniger durchsichtig sind, diese sehr zarten Gewebe überhaupt schwierig dem Auge sich vorführen lassen, so möchte der Pollenschlauch gerade nicht sehr geeignet sein, um eine richtige Einsicht in die Zellenbildung zu gewinnen.

Beobachtungen über thierische Zellen.

Schon oben wurde erwähnt, dafs in den thierischen Organen die endogene Zellenbildung seltener als die exogene*), welche offen im Blastem ausgeführt wird, vorkomme. Aber auch hier können wir, indem wir eine exogene Zellenbildung annehmen, keine Sprossenbildung zugestehen wie Cagniard-Latour und Schwann sie bei *Saccharomyces* beschreiben, wo aus den Zellen Kügelchen hervorsprossen sollen, die neben der Mutterzelle sich gleichfalls zu Zellen entwickeln. Beim thierischen Organismus ist nirgend etwas derartiges beobachtet worden, und ich habe mich oben bemüht nachzuweisen, dafs auch bei jenen einfacheren Pflanzengattungen nicht dieser Vorgang, sondern in der That eine endogene Entwickelung von Zellen Statt finde.

Ebensowenig kommt bei den Thieren diejenige Zellenbildung vor, wonach Längen- oder Querscheidewände von der Zellwand in ihre Höhlung hineinwachsen und sich vereinigen. Schwann vermuthet einen derartigen Vorgang bei dem sogenannten Furchungsprocefs des Eies. Nach Bergmann findet dieser seine Erklärung darin, dafs die Elementarkörper des Dotters sich in gewisse Haufen gruppiren, die nach und nach immer mehr getheilt werden. Bergmann glaubt, dafs zwischen den einzelnen Haufen ein klebriges Bindemittel vorhanden sei um gleichsam dieselben von einander zu sondern; innerhalb jener Haufen von Elementarkörpern jedoch sei das Bindemittel flüssig geworden und absorbirt. Vogt meint in seiner Abhandlung über *Alytes obstetricans*, die Furchen seien leichte Spalten im Dotter, in welche die Dotterhaut faltenförmig eindringe. Reichert dagegen ist der Ansicht, diese Furchung im Dotter entstehe nach der Befruchtung daher, dafs endogene Zellen von Aufsen nach Innen resorbirt worden sind. Das zur Befruchtung reife Ei enthalte unter der Dotterhaut eine sekundäre Zelle von derselben Ausdehnung, in welcher abermals zwei Zellen derselben Art zu finden seien, die, beide von gleicher Gröfse, dieselbe theilen. Eine jede von diesen Zellen dritter Ordnung enthalte zwei vierter ganz in derselben Weise. Dies wiederhole sich in derselben Weise so lange, bis die nach der beendeten Furchung im ganzen Dotter deutlich erkennbare Zahl von Zellen gebildet sei. Wenn jetzt die zweite (sekundäre) Zelle resorbirt wird, entfalten sich die tertiären; die

*) Diese auch jetzt noch von vielen Histologen vertheidigte Ansicht einer freien Zellenbildung in Flüssigkeiten welche Protein, Fett, Salze etc. aufgelöst enthalten, beruht, wie ich mich seither mannigfach überzeugt habe, auch für die Zellen thierischer Gewebe auf einer irrthümlichen Auffassung des Bildungsvorganges und wird als solche allgemein anerkannt werden, sobald man sich von der Entwickelung von Zellen durch Wachsthum und Entfaltung der kleinsten Bläschen, die mit unseren jetzigen optischen Hülfsmitteln wie Körnchen erscheinen, allgemein überzeugt hat. — Vorzüglich sind es die pathologischen Exsudate die zu der Bildung von Zellen Veranlassung geben sollen. Diese aus einem krankhaft thätigen Zellengewebe stammenden Flüssigkeiten sind aber mit den in diesen Zellen enthaltenen Keimen neuer Zellgenerationen geschwängert: einfachen und kernhaltigen Bläschen, die man überall in den noch geschlossenen krankhaft thätigen Zellen der ergriffenen Gewebe erkennt, durch deren Verflüssigung das Exsudat gebildet wird.

ad superficies earundem cellarum se applicat fissuramque extrinsecus colligit, et si tertiariae cellae resorbentur sub recto angulo ad primam altera plica accedit, et sic porro. Cl. Reichert tanta erga me comitate usus est ut cuniculi ovum, quod abhinc quadraginta octo horas concepit semen virile, mihi ostenderet. Cujus ovi vitellum circiter sedecim globis diversae magnitudinis constitit, qui liquorem granulosum aequaliter tinetum circumdederunt, cnm duabus circuitus partibus libere eminuerunt summaque cum cellis conglobatis similitudine fructi sunt. Ovum tamen, quod viginti quattuor horis ante semen virile acceperat, quattuor ideo horas in tubis Fallopii versatum erat, nec sulcationem prae se tulit neque, quam vidit Bischoff membranam granulosam. Et si quidem, antequam hanc sententiam probaveris, ut omnes tibi membranas ostendam postulaveris, unusquisque tamen, qui ejusmodi tractaverit quaestionem, impedimenta, quae glutinosum pituitosum granulosum blastema subtillissimis membranulis explicandis opponat, maxima esse confitebitur.

Baer et ipse cellarum formationem esse illum processum videtur putare (Müllers Archiv 1834 Tab. XI). — Sulcationem vero dissepimentis transversis formatis gigni, praesertim cum ea formatio omni careat analogia, haec hypothesis minimam praebet fiduciam.

Vogt cellas chordae dorsalis Tritonum inde dividi contendit, quod infringantur posteaque constringantur. Si tamen quas descripsit observationes p. 46 legeris tabulasque adhibueris (tab. II. fig. 14—16) nullo modo dubitabis, quin endogenea cellarum formatione constrictio illa sit genita. Ipse hunc processum nondum plane esse perspectum p. 50 confitetur.

Schwann endogeneam cellarum evolutionem in compluribus animalium corporum telis inesse probavit, ut exemplum afferam in cartilaginibus (mikrosk. Untersuchungen p. 17), in chorda dorsali (e. l. p. 11), in lente crystallina (eodem l. p. 100), in gangliis (p. 183), in gyrini epidermide (p. 83) eodemque modo sanguinis globulos in formandis vasorum capillarium telis explicari, quod idem Valentin et Reichert sentiunt. —

Cellas parvulas in vitello fieri jam ante a Schwann observatum esse dixi. In ranis et pullis parvulas cellas in vitelli cellis iterum gigni Reichert diligenter scripsit (Entwicklungsleben p. 6 et 88), itemque endogeneam cellarum formationem in explicando jecore invenit.

Optimum hujus endogeneae cellarum evolutionis exemplum praebent glandulae, ut primo aspectu justam esse illam formationem nobis persuadeatur. In una ovi cella, membrana vitelli, magnus cellarum numerus nascitur, quae primum membranam involventem componunt, illaque tuente, primitiva organismi organa constituunt.

Nonnulli quidem rerum naturae curiosi adhuc dubitant, quominus membrana vitelli, quae saepe ad maximam accrescit extensionem revera sit simplex cellarum membrana, neque multo magis composita e copia quadam cellarum. Hanc quaestionem simul cum illa, quae in cellarum evolutione multo est gravior, num membrana vitelli post vesiculam Purkinjeanam enatam, an ante illam oriatur, soluturum me esse spero.

dünne, jetzt einfache Dotterhaut legt sich um die Oberfläche dieser beiden Zellen und bekommt äufserlich eine Furche, und wenn die tertiären Zellen resorbirt werden, so kommt unter einem rechten Winkel zur ersten eine zweite Furche hinzu u. s. w. Reichert zeigte mir ein vor 48 Stunden befruchtetes Kaninchenei, dessen Dotter aus ungefähr 16 Kugeln von verschiedener Gröfse bestand, die eine gleichmäfsig gefärbte körnige Flüssigkeit umgaben, während sie an zwei Stellen des Umfanges frei hervorragten und die gröfste Aehnlichkeit mit zusammengeballten Zellen hatten. Ein Ei jedoch, welches vor 24 Stunden befruchtet worden war und vier Stunden in den Fallopischen Röhren sich befunden hatte, zeigte keine Furchung auch keine körnige Membran, wie sie Bischoff gesehen hat. Wollte aber Jemand, bevor er dieser Ansicht zustimme, verlangen alle Häute zu sehen, so wäre ihm nur zu erwidern, dafs Jeder mit der Behandlung solcher Fragen vertraute einräumt, wie grofs die Hindernisse seien, welche ein klebriges, schleimiges und körniges Blastem dem Freilegen der so sehr zarten Häutchen entgegenstellt.

Baer scheint ebenfalls jenen Vorgang für einen Zellbildungsprocefs zu halten. Die Ansicht aber, dafs die Furchung durch Bildung von Querwänden hervorgebracht werde, verdient keinen Glauben, zumal da dieselbe (dem oben Vorgetragenen zufolge) ohne alle Analogie ist.

Vogt behauptet, die Zellen vom Rückenmark der Tritonen würden getheilt, indem sie sich einfalten und zusammenschnüren. Liest man aber seine Beobachtungen die er p. 46 beschreibt und vergleicht die Abbildungen auf Tab. II. Fig. 14—16, so zweifelt man nicht, dafs jene Zusammenschnürung durch endogene Zellenbildung entstanden ist. Er selbst gesteht p. 50, dafs ihm der ganze Vorgang noch nicht völlig klar sei.

Schwann hat endogene Zellenbildung in mehreren Geweben des thierischen Körpers nachgewiesen, z. B. in den Knorpeln, im Rückenmark, in der Krystallinse, in den Ganglien, in der Oberhaut der Kaulquappe etc. und dafs auf dieselbe Weise die Blutkügelchen bei der Bildung der Kapillargefäfse sich entwickeln; welche Ansicht auch Valentin und Reichert theilen.

Schwann schon beobachtete, dafs kleine Zellen im Dotter entstehen, wie erwähnt wurde. Reichert führt sorgfältig aus, wie bei Frosch- und Hühnereiern innerhalb der Dotterzellen sich abermals kleine Zellen entwickeln; desgleichen kommt nach demselben endogene Zellenbildung bei der Entwickelung der Leber vor.

Das schönste Beispiel von dieser endogenen Zellenentwickelung gewähren die Drüsen, so dafs wir beim ersten Anblick uns überzeugen, dafs diese Bildungsweise die richtige sei. In der einen Eizelle, der Dotterhaut, entsteht eine grofse Anzahl von Zellen, welche zunächst die Eihaut bilden, und unter ihrem Schutz gestalten sich die ersten Organe des Geschöpfes.

Einige Naturforscher bezweifeln zwar, dafs die Dotterhaut, welche oft eine sehr grofse Ausdehnung erlangt, nichts weiter sei als eine einfache Zellmembran, und halten sie vielmehr für zusammengesetzt aus einer Menge von Zellen. Diese Frage hoffe ich zugleich mit einer andern, die für die Entwickelungsgeschichte der Zellen viel wichtiger ist, zu lösen, nämlich mit der, ob die Dotterhaut vor oder nach dem Purkinjeschen Bläschen entstehe.

R. Wagner observationes de ovario Agrionis virginis evolvendo edidit (Abhandlungen der math. phykal. Klasse der bair. Acad. d. W. Bd. II.) ex quibus colligitur maculam germinativam, primam tum circa hanc vesiculam germinativam; et circa illam denique vitellum, vitellique membranam conformari. Quin processum cum illa, quam Schleiden apud plantes descripsit, cellarum conformatione plane congruere videbis, si membranam vitelli eam esse cellam acceperis, in qua vesicula Purkinjeana sit nucleus et macula Wagneri nucleolus, idque solum exceperis quod hic nucleus sine membrana nunquam reperitur, Schleidenii vero Cytoblastus illam exordio non habet. Ovum autem revera nihil aliud esse quam cellam aliquam, inde jam verisimillimum videtur, quod cum ova, ut uno modo utar exemplo, animalium, quae mollusca dicuntur, antequam vitello completa sint, contemplaverimus, illa modo ex loco, in quo sunt innata et ex comparatione cum aliis jam adultis ova esse intelligere, et a vulgaribus cellis vegetationis ut reproductionis cellas secernere poterimus.

Haec Wagneri de ovo nascendo observatio fuit Schwannio res, qua maxime sustentavit suam de cellarum in animalium corpore formatione theoriam, quam ob causam maximi mihi quoque fuit momenti, ut processum illum ipse perspicierem. Quas autem de ovo in ovario nascendo quaestiones apud insecta quae ordinibus Dipterorum, Lepidopterorum et Coleopterorum adnumerantur exhibui, ut plane contrarium Wagnero contendam me adduxerunt. Equidem enim eo usque progressus sum, ut membranam vitelli primam oriri, postea vero id, quod illa contenitur, persuasum habeam. Caussa cur clarissimus observator hic erraverit', ea mihi videtur, quod in Agrione virgine ovarii structura, propter membranarum tenuitatem difficilior est ad cognoscendum. Facile in illo, sicuti Wagnero accidit, si non multis perscrutatis aliis animalibus veram rectamque formationem novimus, singulos folliculos duobus constare cylindris omittimus, interiore ova tegente, et exteriore illum circumcludente, inter utrumque cellae sunt natantes variae magnitudinis, que cellae imprimis reperiuntur in ovario se explicante, et evanescunt, quoad in cylindro ova formantur. Per magnam ejus tenuitatem igitur fit, ut cellae extrinsecus sitae in ipso esse videantur atque ova habeantur. Hunc facilius evitamus errorem in Lepidopteris, quibus plerumque cylindrus internus etiam satis est crassus, nec facile omittitur in Bombyce Mori, qui adhuc in Chrysalide est, dissecto. In extremo follico Sphingis cylindrum interiorem minimis vesiculis impletum repperi, quarum nonnullarum quo magis a fine amotae erant, magnitudo augebatur, facile cognoscitur in vesicula blastemate granuloso impleta atque paullo extensa novam oriri, crescere, cellam matrem densiore blastematis granulosi conglomeratione obscurari. At in Lepidopteris ratio quaedam est mihi quidem nondum satis clara, quae in reliquies insectorum ordinibus non adesse videtur. Non enim omnes implentur cellae amplificatae hoc blastemate granuloso, sed inter duas in ova se explicantes cellas plures sunt, quae, quamvis crescant, pellucidum tantum liquorem excipiunt. Ad certum usque tempus utraeque pariter crescunt, tum vero hae pellucidae non ita crescunt, atque solum blastemate granuloso impletae ex-

R. Wagner hat Beobachtungen über die Entwickelung des Ovariums von *Agrion virgo* veröffentlicht, aus denen sich ergiebt, dafs zuerst der Keimfleck, darauf um diesen das Keimbläschen und um dieses zuletzt der Dotter und die Dotterhaut gebildet werde. Man sieht, dafs dieser Vorgang völlig übereinstimmen würde mit der von Schleiden bei den Pflanzen beschriebenen Zellenbildung, wenn man die Dotterhaut mit der Zellhaut, das Purkinjesche Bläschen mit dem Zellkern und Wagners Keimfleck mit dem Kernkörperchen gleichwerthig hält. Nur der Umstand macht eine Ausnahme, dafs dieser Zellkern des Eies niemals ohne Membran vorkommt, während Schleidens Cytoblast dieselbe anfänglich nicht hat. Dafs das Ei in Wirklichkeit nichts Anderes sei als eine Zelle, wird aus der Betrachtung der Mollusken-eier klar. In der Zeit, da diese noch keinen Dotter haben, erkennt man sie als solche Eier lediglich aus dem Orte ihrer Entstehung und aus der Vergleichung mit anderen schon entwickelten, und unterscheidet sie dadurch als Reproduktionszellen von den Vegetationszellen.

Diese Beobachtung Wagners über die Entstehung des Eies diente Schwann als Hauptstütze für seine Theorie der Zellbildung bei Thieren. Deshalb war es für mich von der gröfsten Wichtigkeit, diesen Vorgang mit eigenen Augen zu verfolgen. Meine Wahrnehmungen an den Ordnungen der *Dipteren, Lepidopteren* und *Coleopteren* haben mich zu Resultaten geführt, welche denen Wagners vollständig entgegengesetzt sind. Ich nämlich überzeugte mich, dafs zuerst die Dotterhaut und dann ihr Inhalt entstehe. Die Ursache, weshalb der berühmte Beobachter sich geirrt hat, schien mir zu sein, dafs die Struktur des Ovariums bei *Agrion virgo* wegen der Zartheit der Membranen nicht leicht zu erkennen ist. Es kann leicht übersehen werden, wie auch Wagner gethan hat, wenn man nicht aus der Vergleichung vieler Thiere die wahre Gestaltung desselben kennt, dafs die einzelnen Follikel aus zwei Cylindern bestehen, aus einem innern, die Eier zunächst umhüllenden und einem äufsern, diesen umschliefsenden. Zwischen beiden schwimmen Zellen von verschiedener Gröfse, besonders in dem sich entwickelnden Ovarium; sie verschwinden mit der im Cylinder beginnenden Eibildung. Da dieser so zart ist, können aufserhalb desselben befindliche Zellen für in demselben vorhandene Eier gehalten werden. Diesen Irrthum vermeidet man sehr leicht bei den Lepidopteren, bei denen der innere Cylinder meist dick genug ist; er wird im Puppenzustande bei *Bombyx Mori* nicht leicht übersehen. Am äufsersten Theile des Follikels dieses Schmetterlinges fand ich den inneren Cylinder mit sehr kleinen Bläschen angefüllt, von denen einige von dem Ende entferntere an Gröfse zunahmen (Taf. IIb. Fig. 5). Man erkennt leicht, dafs in dem mit körnigem Blastem gefüllten Bläschen, das sich etwas vergröfsert hat, ein neues entsteht und zunimmt, während die Mutterzelle durch gedrängtere Anhäufung eines körnigen Blastems verdeckt wird. Aber eine Eigenthümlichkeit bei den Lepidopteren ist mir nicht hinlänglich klar. Dieselbe scheint bei den übrigen Ordnungen der Insekten nicht vorhanden zu sein. Es füllen sich nämlich nicht alle vergröfserten Zellen mit diesem körnigen Blastem, sondern zwischen zweien die sich zu Eiern gestalten, sind mehrere, die, obwohl sie wachsen, doch nur eine durchsichtige Flüssigkeit aufnehmen. Bis zu einem gewissen Zeitpunkte wachsen beide gleichmäfsig, dann aber nehmen diese durchsichtigen nicht mehr so zu und nur die mit einem körnigen Blastem gefüllten dehnen sich aus. Dann schmiegt sich ihnen die Haut des inneren

tenduntur, tum membrana cylindri interioris, vesiculis parvis satis juste in parietibus dispositis, arcte se apponit atque inter singulas cellas ovarias et cellas vacuas incedit, ut si processum non videris, hanc membranam ovum obvelantem integram cellam habeas, quarum plures sint in cylindro extensiore. Praeter per observatam explicationem etiam persuadere nobis possumus membranam, non cellam adesse cum tubum paullo extendimus, tum enim, ovis amotis, membrana ipsa apposita extenditur.

Ovarii structuram cum reliquarum glandularum forma comparans, etiam hic maximam inveniet congruentiam. Adest enim cylindrus exterior cellas glandularum ductumque centralem circumcludens, quo deducitur secretum. Solum in crescendi modo differentia est. In glaudulis enim liquorem secernentibus inter utrumque cylindrum magnam cellarum copiam variae magnitudinis invenimus, quae sine ulla dubitatione liquidum in cylindro interiore deductum praeparant. In ovario haec cellarum vegetatio prima tantum aetate aliquid habet momenti, mox evanescit, inductu vero interiore, fortasse in secreto ab illis cellis parato, ova explicantur. Ceterum hac de re hoc loco obiter tantum tractata attamen gravissima in secretionis theoria, alicubi uberius disseram.

Vacuae cellae supra descriptae paullatim evanescunt atque resorberi videntur. Ova penitus explicita retinent tegmentum illud tuens etiam postquam a matre emissa sunt, id quod in pluribus Lepidopterorum ovis vidi. Hic igitur una cella in plures partiri videtur vel facile videmus folliculum cellis compositum in plures partes divelli, non plura individua ab uno formari. Ceterum evolutionis historia demonstrat membranam vitelli esse primariam ovi partem postea vero vesiculam germinativam cum vesiculis Wagneri, Vitellumque formari. Maculas germinativas in vesicis Purkinjeanis natas in quibus ex Vogtii de piscibus et amphibiis observationibus (über Alytes obstetricans), quas ipse quidem aliter interpretatus est, novae oriuntur cellae amplius prosequi non potui, minime tamen dubito, quominus in enascendo embryone maxime valeant, sed alio quam Vogt opinatur modo.

Vitelli cellas jam Schwann secundum notissimas accuratissimasque observationes suas in duo genera dividit, quae externa etiam specie facile secernuntur; nominavit alterum (Mikroskop. Untersuch. p. 55): „Kugeln der Dotterhöhle", alterum: „Kugeln der eigentlichen Dottersubstanz". Priores in se continent vel unum vel plures similes globos, jacentque in intimo ovo, cicatriculae proxime, dum alterae, ubi adsunt, ceteram vitelli partem complentes majores sunt, magnamque vesicularum et granorum copiam amplectuntur.

Reichert internovit diversas harum cellarum functiones, invenitque, id quod maximi est momenti, prius cellarum genus ipsum omnino organismi telas componere; quam ob causam cellas constitutionis (Bildungszellen) nominavit, dum ceterae ipsae immediate non adhibentur et hanc ob rem cellae nutritionis (Nahrungszellen) ab eo nominantur. Utraeque tamen non ita plane sunt dividendae, cum multae exsistant

Cylinders mit den an den Wänden ziemlich regelmäſsig vertheilten kleinen Bläschen eng an und dringt zwischen die Eizellen und die leeren Zellen ein. So könnte man, wenn man den Verlauf nicht gesehen hat, diese eiumhüllende Membran für eine vollständige Zelle halten, deren mehrere sich im äuſseren Theile des Cylinders befänden. Wie durch die Entwickelungsgeschichte, so können wir von der Anwesenheit einer Membran auch dadurch uns überzeugen, daſs wir den Tubus ein wenig zerren. Wenn dann die Eier ein wenig von einander entfernt sind, streckt sich dadurch die sich ihnen früher anschmiegende Membran.

Wenn man den Bau des Ovariums mit der Gestalt der übrigen Drüsen vergleicht, so wird man auch hier eine groſse Uebereinstimmung zwischen beiden finden. Es ist nämlich ein äuſserer Cylinder da, der die Drüsenzellen und den Centralgang durch welchen das Sekret abgeführt wird, umhüllt. Nur in ihrem Wachsthum zeigen sie Verschiedenheit. In den Flüssigkeit absondernden Drüsen nämlich findet man zwischen beiden Cylindern eine groſse Menge Zellen von verschiedener Gröſse, die ohne Zweifel das in den inneren Cylinder geleitete Sekret abscheiden. Beim Ovarium hat diese Zellenvegetation nur in der ersten Zeit einige Bedeutung; sie schwindet bald, im inneren Theile des Kanales aber entwickeln sich Eier; vielleicht in der Flüssigkeit, welche von jenen Zellen abgesondert wurde. Was ich hier nur in allgemeinen Zügen andeuten konnte, werde ich an einer anderen Stelle ausführlicher erörtern (Nova acta Leop. Carol. XXI).

Die oben beschriebenen leeren Zellen verschwinden allmählig und werden wahrscheinlich resorbirt. Die völlig entwickelten Eier aber behalten jene schützende Decke auch nachdem sie von der Mutter gelegt worden sind, wie ich an Eiern mehrerer Arten von Lepidopteren gesehen habe. Hier scheint also eine Zelle sich in mehrere zu theilen; man sieht leicht, daſs der aus Zellen gebildete Follikel in mehrere Stücke zerfällt, nicht aber werden mehrere Individuen aus einem gebildet. Uebrigens lehrt die Entwicklungsgeschichte, daſs die Dotterhaut der ursprüngliche Theil des Eies ist; hinterher bildet sich das Keimbläschen mit dem Wagner'schen Fleck und dem Dotter. Die Entwickelung der Keimflecke, die in den Purkinje'schen Bläschen entstehen und in denen sich nach Vogts, von ihm selbst freilich anders ausgelegten Beobachtungen an Fischen und Amphibien neue Zellen bilden, habe ich nicht weiter verfolgen können; ich zweifle jedoch nicht, daſs sie zur Entwickelung des Embryo wesentlich beitragen; aber in anderer Weise als Vogt meint.

Die Dotterzellen theilt schon Schwann seinen bekannten und genauen Beobachtungen gemäſs in zwei Arten, die schon durch ihr äuſseres Ansehen leicht unterschieden werden. Er nennt die einen „Kugeln der Dotterhöhle", die andern „Kugeln der eigentlichen Dottersubstanz". Die ersteren enthalten eine oder mehrere ähnliche Kugeln und liegen im innersten Theile des Eies in unmittelbarer Nähe der Keimschicht. Die anderen, wenn sie vorhanden sind, bilden die übrige Masse des Dotters, sind gröſser und enthalten eine groſse Menge von Bläschen und Körnchen.

Reichert unterscheidet verschiedene Funktionen dieser Zellen, und fand, was sehr wichtig ist, daſs die erstere Art von Zellen überhaupt die Gewebe des Organismus bilde. Er nennt sie deshalb Bildungszellen. Die übrigen kommen dagegen nicht unmittelbar zur Verwendung, weshalb Reichert sie Nahrungzellen nennt. Beide Arten von Zellen lassen sich indessen nicht so scharf trennen; denn es giebt deren

cellae, quae num cellae nutritionis sint an conformationis difficillimum est dijudicare; haud verisimile igitur videatur, cellas nutritionis non modo eo fungi officio, ut fluidum nutrimentum cellis constitutionis progignant, sed vesicularum etiam, quae in eis exstant, ipsarum partem in conformationis cellas mutari, itaque embryonis conformandi participes posse fieri.

Quarum in vesicularum formatione nunquam grana ipsa inter se conjungi Reichert quoque confirmat (Entwickelungsleben p. 2) granulas scilicet, quae non moveantur moleculariter, ante oculos dissolvi. — Etiam maculas germinativas principio adesse plane refutat (l. c. p. 28) quippe quae ex talium cellarum nucleis mutari videantur, quales ad communem cellarum vitam in organismo destinatae sint. Glandulae quoque, quae ad secernendum liquorem aliquem destinatae sunt, eximiam endogeneae cellarum evolutionis imaginem praebent, et hae ea quoque ratione vitelli cellis se applicant, ut et ipsae liquore libere natantes vivant. Accuratissime prae ceteris animalium evertebratorum jecoris cellas contemplatus sum, quam ob causam illo utar exemplo.

Si apud crustaceam aliquam vel molluscam organi hujus folliculum aperueris, inter tunicam propriam et centralem folliculi canalem magnam cellarum liquido blastemate circumdatarum copiam reperies, quae et ipsae variam granorum, vesicularum cellarumque conjunctionem continent. Numerus harum endogenearum formationum valde diversus est, interdum in una cella octo vel decem minores cellae inclusae inveniuntur, maximam vero partem una vel duae, aut solum liquidum, vel minus vel magis granulosum blastema, in quo vesica aliqua principalis novae cellae explicatio eminet. Blastematis natura num pellucidum et liquidum an pituitosum et granosum sit, ex alimentorum ratione pendere mihi visum est. Apud alterum genus membrana endogenearum cellarum facillime potuit omitti, et si qua sola affuit valde similis fuit parenchymatosis plantarum cellis et exogeneis animalium cellis de quibus inferiore loco plura dicam.

Explicationis vero ejusdem cellae gradus ut persequar hic fieri non posse omnes consentient; id ipsum plane certum esse dici non potest, quod externa cellarum membrana principio adsit, idque, quod contineat serius exceptum sit, quemadmodum id in ea, quam modo descripsi, ovi formatione fieri potuerit; nunquam vero cytoblastum aut circa illum membranam ex parvis elementariis granis, quemadmodum Schwann et Schleiden aliique contenderunt formari invenies. Ubi simile aliquid se videre putaverunt certissime opinio praejudicata ex theoria a priori constructa causa fuit. Contra ex hac glandularum materia seriem formationum inde a minimo granulo usque ad cellam plane perfectam constituere poteris, quae cella iterum unam vel plures cellas, quas illi scriptores nucleos habuerunt, cum una vel pluribus vesiculis (nucleolis s. d.) continet, cum tamen in nullo hujus seriei membro cytoblastum vel granorum conjunctionem inveneris.

Saepissime, immo fere semper, blastema pituitosum est continetque grana, de quibus non semper dijudicare possumus, num tantum processu anorganico ex liquore

viele, bei denen es schwierig wird, zu entscheiden, ob sie Bildungs- oder Nahrungszellen sind. Daher ist es nicht wahrscheinlich, dafs die Nahrungszellen nur flüssigen Nahrungstoff für die Bildungszellen beschaffen, vielmehr scheint es, dafs auch ein Theil der Bläschen, die in ihnen entstehen, in Bildungszellen umgewandelt werden und sie so an der Bildung des Embryo Theil nehmen können.

Auch bestätigt Reichert, dafs bei der Gestaltung dieser Zellen niemals die Körnchen sich unter einander verbinden, vielmehr lösen sich nach seiner Meinung die Körnchen, die keine molekuläre Bewegung haben, vor den Augen des Beobachters auf. Auch läugnet er, dafs von vorn herein die Keimschicht vorhanden sei; vielmehr entstände sie aus Umbildung der Zellkerne solcher Zellen, die zum gemeinschaftlichen Leben der Zellen im Organismus bestimmt sind. Auch die Drüsen, welche die Bestimmung haben, irgend eine Flüssigkeit abzusondern, gewähren eine ausgezeichnete Anschauung von endogener Zellenbildung und diese Zellen schliefsen sich auch in der Hinsicht den Dotterzellen an, dafs sie ebenfalls frei in der Flüssigkeit schwimmend leben. Besonders genau habe ich bei wirbellosen Thieren die Leberzellen betrachtet und führe daher diese als Beispiel an. (Taf. IIb. Fig. 3.)

Wenn man bei einer Krustacee oder einem Weichthiere einen Schlauch der Leber öffnet, so findet man zwischen der *tunica propria* und dem Centralkanal des Schlauches eine grofse Menge von Zellen, die mit flüssigem Blastem umgeben sind, die selber eine Mannigfaltigkeit von Körnchen, Bläschen und Zellen enthalten. Die Zahl dieser endogenen Bildungen ist sehr verschieden; bisweilen findet man in einer Zelle acht bis zehn kleinere eingeschlossen, meistens aber nur eine oder zwei oder blofse Flüssigkeit: ein mehr oder weniger körniges Blastem, in welchem sich ein Bläschen als hervortretende Entwickelung einer neuen Zelle auszeichnet. Die Natur des Blastems, ob klar und flüssig oder schleimig und körnig scheint mir von den Nahrungsstoffen abzuhängen. Bei einer zweiten Art von Zellen konnte die Haut der endogenen Zellen sehr leicht übersehen werden und wenn sie allein da war, so war sie sehr ähnlich den parenchymatösen Pflanzenzellen und den exogenen thierischen Zellen, von denen weiter unten die Rede sein wird.

Selbstverständlich kann man hier nicht alle Entwickelungsstufen derselben Zelle darstellen. Es läfst sich auch nicht mit Bestimmtheit nachweisen, dafs die äufsere Zellenmembran von Anfang an vollständig da ist und dafs sie ihren Inhalt danach aufgenommen habe, wie das bei der Eibildung, wie ich sie eben beschrieben habe, geschehen konnte. Niemals aber findet man den Cytoblast oder um denselben eine aus Elementarkörnchen bestehende Haut, wie Schleiden, Schwann und andere behaupten. Wo sie derartiges zu sehen glaubten, war Vorurtheil und eine a priori aufgestellte Theorie die Veranlassung. Dagegen kann man aus dem Material der Drüsen eine Reihe von Gebilden vom kleinsten Körnchen bis zur vollkommen ausgebildeten Zelle aufstellen, die wiederum eine oder mehrere Zellen enthält, und welche die eben erwähnten Männer für Zellkerne hielten und darin abermals ein oder meh- Bläschen (Kernkörperchen). Von Cytoblast oder von einer Vereinigung der Körnchen ist nirgend eine Spur.

Sehr häufig, oder vielmehr fast immer ist das Blastem schleimig und enthält Körner. In Bezug auf diese läfst sich nicht immer entscheiden, ob sie nur durch einen anorganischen Procefs aus der Flüssigkeit in fester Form ausgeschieden oder

in solidam formam secreta, an vitali actione procreata sint, i. e. num solida granula, an nostris opticis instrumentis nondum perspiciendae sint vesiculae.

Hoc pituitosum et granosum blastema, ut jam antea dixi, cellarum membranas interdum oculis subtrahit, si arctissime cum illis conjunctum est; saepius tamen evenit, ut in illa viventi ex organismo seducta, ideoque physicis viribus subjecta cella, aquae endosmosi, membrana ante oculos ponatur. Saepius vero hoc densius coagulatum blastema in endogeneis cellis invenitur, dum cella materna jam liquore repleta est; tum si una cella sola endogenea exstat, inter hanc glandulae cellam et inter cellam epidermidis (vel parenchymatis) primo adspectu nulla alia intercedit differentia, nisi quod prior globosa, altera magis minusve planata est. Praeter has formationes, quas cellas esse statim perspicies, ejusmodi quoque vesiculae, quae liquore aut non aut varie tincto completae sunt, in animalium organismo omnino et praecipue in hepate copiose inveniuntur, quae alias semper olei guttae nominari solitae sunt, et adhuc etiam interdum hoc nomine appellantur. Has vero non liberas adipis guttas esse, quae in heterogeneo liquore, ut forte oleum in aqua, natantes teneantur, sed has guttas sua quamque membrana contineri, facile tibi persuadebis, si media chemice agentia adhibueris; tum vero id etiam objiciendum sit, circum olei guttam albuminoso liquore contentum albuminis stratum Aschersonii membranae „Heptogenmembran" q. d. simillimum enatum esse. Quo autem modo ita olei guttae ortae sunt hoc in liquore, qui ea utitur facultate, ut quamlibet adipis guttulam quo temporis puncto orta est involvat secernatque a circumdante materia, itaque impediat quominus complures parvae guttulae in majorem unam confluant?

Hanc materiam chemico processu ex liquore homogeneo qualis tantum per cellae membranam migrare potest, secretam esse, ideoque primo minimam tantum exsistere, inter omnes constat, quam ob rem membranam Aschersonii (Haptogenmembran) in stillis tam diversae tantaeque extensionis ortam esse plane non est credendum, ac ne tum quidem si huic albuminis membranae id esse proprium concedas, quod vero minime concedendum est, ut oleo penetranda sit, dum aquatilis liquor permeare non possit.

Quod si objeceris, hoc albuminis stratum esse ejusmodi, id quod Brücke (de diffusione humorum per septa mortua et viva) in eo albuminis strato, quod in avium ovis sub testa est, demonstravit, ut qui liquor ab externa in partem internam transmittitur, saepe non ex interna ad externam partem proveniat, ideoque homogeneam adipis solutionem in hanc vesiculam intrare posse, aquosum liquorem solum ad externam partem transmitti, quam conjecturam Lehmann quoque qua in chemia physiologica sua adipis secretionem explicaret, instituit — si igitur illud objeceris — intima in vesicula vim inesse credis, quae aquosum liquorem homogeneum in duos heterogeneos dividat, quae tamen ex causis p. 16 jam explicatis cum endosmosi comparari nequit.

Has igitur ob causas in formatione harum secretum includentium vesicularum eandem vim esse efficacem negari non potest, quae eadem ut cellae oriantur et crescant efficit, quae illas certa ex ratione in ordieem redigit, et ita, secundum hanc semper immutatam rationem viventem organismum exstruit, qua eadem hic organismus

ob sie durch organischen Bildungstrieb entstanden, d. h. ob sie solide Körper oder mit unsern optischen Instrumenten nicht zu durchschauende Bläschen sind.

Dieses schleimige und körnige Blastem entzieht, wie ich schon früher erwähnt habe, die Zellhäute bisweilen unseren Augen, wenn es sehr genau mit ihnen zusammenhängt; bisweilen jedoch geschieht es, dafs in einer vom lebendigen Organismus losgetrennten und somit den physikalischen Gesetzen unterworfenen Zelle durch Endosmose von Wasser, die Membran dem Auge sichtbar wird. Oefter aber wird dieses dichter coagulirte Blastem in endogenen Zellen gefunden, indem die Mutterzelle schon mit Flüssigkeit angefüllt ist. Wenn dann nur eine einzige endogene Zelle vorhanden ist, so besteht zwischen dieser Drüsenzelle und einer Parenchym- oder Epidermiszelle äufserlich nur der Unterschied, dafs jene mehr kugelig, diese mehr abgeplattet ist. Aufser diesen Bildungen, die man sogleich für Zellen erkennt, trifft man auch im thierischen Organismus solche Bläschen, die mit farbloser oder gefärbter Flüssigkeit angefüllt sind und besonders häufig in der Leber, welche früher Oeltröpfchen genannt wurden und bisweilen auch jetzt noch. Man wird sich aber leicht überzeugen, dafs hier keine freien Oeltropfen, die etwa in einer heterogenen Flüssigkeit, wie Oel im Wasser schwimmen, vorhanden sind. Die Anwendung chemischer Reagentien zeigt vielmehr, dafs jedes seine eigene Haut hat. Es könnte eingewendet werden, dafs um das Oeltröpfchen in der eiweifshaltigen Flüssigkeit sich eine Eiweifsschicht, ähnlich der Ascherson'schen „Haptogenmembran" gebildet habe. Wie aber, frage ich dagegen, sind diese Oeltropfen in dieser Weise entstanden in der Flüssigkeit, welche die Fähigkeit haben soll jedes Fetttröpfchen im Augenblicke seiner Entstehung einzuhüllen und von der umgebende Masse getrennt zu halten, also dafs nicht mehrere kleinere Tropfen in einen gröfseren zusammenfliefsen?

Dafs dieser Stoff nur auf chemischem Wege aus einer gleichartigen Flüssigkeit, wie sie nur durch die Zellenmembran dringen kann, ausgeschieden worden sein könne, steht fest, und darum möchte sie im Anfange so gering sein. Bei Tropfen von so verschiedener und so grofser Ausdehnung ist an eine sie umhüllende Ascherson'sche Haptogenmembran daher nicht zu denken, auch dann nicht, wenn man, freilich ohne alle Berechtigung, einräumen wollte, diese Eiweifshaut habe die eigenthümliche Beschaffenheit, dafs wohl Oel aber kein Wasser hindurchdringe.

Man kann einwenden, diese Eiweifsschicht habe die Eigenschaft, welche Brücke an der unter der Schale befindlichen Eiweifsschicht in Vogeleiern nachgewiesen hat. Danach wird wohl eine Flüssigkeit von Aufsen nach Innen durchgelassen, oft aber nicht in entgegengesetzter Richtung. So könnte denn auch hier eine homogene Fettlösung in das Bläschen eindringen und eine wäfsrige allein wieder nach Aufsen gelangen. Dieselbe Vermuthung stellt auch Lehmann auf, um in seiner chemischen Physiologie die Fettabsonderung zu erklären. Bei diesem Einwande mufs man annehmen, dafs in dem Bläschen eine Kraft vorhanden sei, welche die wäfsrige homogene Flüssigkeit in zwei heterogene scheidet. Aus Gründen aber, die schon p. 17 erörtert worden sind, kann dieser Vorgang nicht mit Endosmose verglichen werden.

Es läfst sich daher nicht läugnen, dafs bei der Bildung dieser sekrethaltigen Bläschen dieselbe Kraft wirksam ist, welche Zellen entstehen und zunehmen heifst, dieselben nach bestimmten Gesetzen aneinanderfügt und den lebendigen Organismus aufbaut, die Kraft deren er auch nicht entbehren kann, wenn er nicht den von ihr

8*

carere non potest, nisi viribus illis physicis ab illa coercitis directisque cedat inque anorganicae materiae regnum deducatur, ex quo materia sua desumpta erat.

Quae igitur secretionis vel vesiculae vel cellae in animalium organismo inveniuntur, cum secretionis plantarum cellis conjungendae erunt (cf. p. 34 etc.) Ut illo sic hoc loco secretio et collectio homogeneae materiae, id quod ex pariter homogeneo ab hoc autem diverso liquore fit, cum circumcludentis membranae et formatione et incremento cohaeret; utrinque vero harum formationum incrementa ejus sunt parvitatis, ut nullo modo illas metiaris, et faventibus conditionibus demum posteriorem extensionem assequuntur.

Veras adipis cellas in animalium corporibus analogas esse plantarum amyli cellis jam Raspail (Brechert Repert. T. III. 2. Trim. 1827 p. 165. T. VI. 1828. 4. Tr. 136) in accuratis de hac materia observationibus probavit, utramque in conspectum produxit eo, quod telas continentes pariter tractavit, idque solum, quod opinione praejudicata duci se passus est, impedimento fuit, quominus cellas in liquido blastemate libere oriri intelligeret, et ut illas funiculo umbilicali cum cella materna conjungeret, adegit.

Verisimillimum est, non modo adipis cellas quarum major copia in cella aliqua inest, quaemadmodum in tela conjunctiva, in corpore adiposo Insectorum cellis nutritionis vitelli maxime similes inveniuntur; sed etiam singulas adipis secretiones in cellis telae elasticae et aliis in locis creatas sua quamque organisata membrana involvi. Si atherem ad integras adipem continentes telas satis diu adhibueris, hic certam adipis copiam vesiculis eum continentibus subtrahet, quae inde rugas contrahent, itaque apparebunt, dum adeps aethero extractus, postquam solvens medium evanuit, libere et guttiformis in cella circumnatat.

Si in vegetationis cella, in qua secretionis cella oritur, simul primordium novarum endogenearum cellarum adest, i. e. nucleus, hic nucleus adipis cella magis magisque crescente ad maternae cellae parietem plane premitur; ut hac ex re membrana maternae cellae saepe in protuberantiam efferatur (cf. Schwann m. U. Tab. III. Fig. 10).

Idem processus hic exsistit, qui in plantarum organismo formatione pigmenti cyanicae seriei efficitur, et magis etiam scrutandum est, num haec diversa secretionis genera in animali corpori diversam secretorum quoque naturam efficiant, ut quod elaini majore fruiter copia, jam cellarum conformationis genere ab eo, quod stearini plus possidet distinguatur.

Schwanno suis accuratissimis de diversis animalium telis observationibus Schleidenii theoriam non esse defendendam persuasum certe esset, si non hoc certo consilio quaestionem suscepisset, ut hoc cellarum conformationis genus, quod unice verum justumque habuit, quippe quod simplicibus jam diu notissimis physicis viribus gigneretur, apud animalia quoque ostenderet. Fides tamen veritasque rerum ab eo descriptarum minime hoc consilio immutata est, quin ipse non negavit, quamquam innumeras observationes et accuratissimas scrutationes fecerit, ne semel quidem se cellam ex Schleidenii sententia conformatam certe observasse, nam non reticet,

beherrschten und geleiteten physikalischen Kräften verfallen und in den Bereich anorganischer Masse zurückkehren soll, aus der sein Material entnommen war.

Die Sekretionsbläschen oder -Zellen, die im thierischen Organismus vorkommen, werden also mit ebendenselben der Pflanzen (cf. p. 35 c.) zusammenzustellen sein. Wie dort, so hier hängt die Absonderung und Sammlung der homogenen Materie, die aus einer ebenfalls gleichartigen aber doch von dieser verschiedenen Flüssigkeit zu Stande kommt mit der Bildung und mit dem Wachsthum der einschliefsenden Membran zusammen. Hier, wie dort sind die Anfänge dieser zelligen Gestaltungen so klein, dafs sie nicht mefsbar sind und erlangen erst unter günstigen Umständen ihre spätere Ausdehnung.

Dafs die wirklichen Fettzellen in thierischen Körpern den Amylumzellen der Pflanzen entsprechen, hat schon Raspail in seinen sorgfältigen Beobachtungen über diesen Gegenstand dargethan. Weil er sich aber von vorgefafsten Meinungen leiten liefs, erkannte er nicht, dafs die Zellen im flüssigen Blastem frei entstehen, sondern verband sie durch einen Nabelstrang mit der Mutterzelle.

Es ist sehr wahrscheinlich, dafs nicht blofs die Fettzellen deren eine grofse Menge vorhanden ist, wie sie im Bindegewebe, im Fettkörper der Insekten, den Ernährungszellen des Dotters etc. sehr ähnlich vorkommen; sondern auch die einzelnen Fettabsonderungen in den Zellen des elastischen Gewebes und an anderen Stellen von einer eigenen organischen Haut eingeschlossen sind. Läfst man Aether lange genug auf das vollständige fetthaltige Gewebe einwirken, so entzieht es eine bestimmte Menge Fett den Bläschen, worin es enthalten war, und diese bekommen Falten, offenbar in ihren Häuten. Ist der Aether verdunstet, so schwimmt das ausgezogene Fett frei und tropfenförmig in der Zelle.

Wenn in einer Vegetationszelle, in welcher eine Sekretionszelle entsteht, zugleich die erste Anlage neuer endogener Zellen vorhanden ist, d. h. ein Zellkern, so wird dieser durch allmählige Vergröfserung der Fettzelle vollständig an die Wand der Mutterzelle gedrängt, so dafs dadurch deren Haut aufgetrieben wird.

Es findet hier derselbe Vorgang Statt, wie bei den zur blauen Farbestoffgruppe der Pflanzen gehörenden Pigmentbildungen, und (Taf. I. Fig. 10α.) und es mufs noch mehr erforscht werden, ob diese verschiedenen Arten der Sekretion im thierischen Körper auch eine verschiedene Natur der Sekrete zur Folge haben, so dafs etwa mehr elainhaltige Gebilde schon durch Gestaltung der Zellen sich von den mehr stearinhaltigen unterscheiden.

Schwann würde sich durch seine sorgfältigen Beobachtungen über die verschiedenen thierischen Gebilde von der Unhaltbarkeit der Schleiden'schen Theorie überzeugt haben, wenn er nicht in der bestimmten Absicht die Untersuchung vorgenommen hätte, diese Bildungsweise der Zellen, die er allein für die richtige hielt, da sie auf einfachen und schon lange bekannten physischen Kräften beruhte, auch für die Thierwelt nachzuweisen. Die Zuverlässigkeit und Wahrheit seiner Darstellungen ist dadurch auf keine Weise alterirt worden. Er räumt selber ein, dafs er trotz unzähliger und genauer Beobachtungen auch nicht eine Zelle, die nach Schleidens Meinung gebildet gewesen, bestimmt angetroffen habe, er verschweigt nicht, dafs in

chordae dorsali in parvulis cellis saepissime nucleum, quamvis hoc demum cella conformanda sit, plane deesse, ejusque loco parvam vesiculam adesse. (Schwann mikroskop. Unters. p. 15.)

Ego quoque in chorda dorsali gyrinorum reperi saepius etiam quam in glandulis has liquore completas vesiculas, quae, cum blastema vulgo physico-chemicam sequatur rationem, granosa materia expletae esse solent, et tum similitudinem cum plantarum nucleo bene probant, dum hic tantum ea ex re, quod cellam efficiunt et eundem formationis processum repetunt, pariter esse formata organa ejusdem dignitatis elementaria apparent. Omnino vero non est omittendum, physicam blastematis rationem ex chemica constit utione varie diversam esse posse.

Vogt (über Alytes p. 44) etiam in chorda Alytis tantum in majoribus cellis nucleos se invenisse dixit, plerumque in earum locis cavas vesiculas sine granosa specie fuisse.

In cartilagine quoque Schwann omnes evolutionis gradus inde a minimo nucleo describit usque ad tantos, quas parvas cellas habuerit, in quibus nuclei loco, vel unus vel duo nucleoli exsistunt (l. c. p. 27). In efformatis cartilaginis cellis hi nuclei, qui primis in conditionibus certe nunquam desunt, plerumque resorbentur, tum vero saepe difficile est ad dijudicandum, num cella adsit, an lacuna homogenei blastematis, quod hoc loco ad solidam intercellularem substantiam mutatum sit (Henle hanc quaestionem in gener. anat. p. 794 et sqq. diligenter tractavit). Quod plures endogeneae cellae in una materna telae cartilaginosae cella fere regulariter inveniuntur, et ipsum plerumque hanc rem explicat.

Vogt (l. c. p. 110) cellarum formationem in intercellulari cartilaginis substantia observavit, quemadmodum parvae vesiculae exstiterint, paullatim expansae quae aderant cellas compresserint, plane deposuerint, dum intima in parte vesiculae vel nuclei orti sunt. Hic igitur amplius dubitari non potest, quin in solida intercellulari substantia, blastemate, eodem modo novae cellae excolantur, quo alias in animalium corpore in fluida fieri solet. — Simillimum aliquid equidem observavi in solido epidermidis cellarum secreto, quae in foliis Hoyae carnosae jacent. Hic quoque apud majora folia extra epidermidis cellas vesiculae in solida materia oriuntur, quae mox haud parvam extensionem assequuntur. Cum vero has vesiculas nunquam certa uti functione viderim, dijudicare non possum, num cellae sint habendae, an lacunae tantum resorpta secretionis materia productae. Cum altera sententia quidem non consentit et globosa forma et quod in media solida substantia inveniuntur.

Quae igitur formationes tam cartilaginis quam chordae dorsalis ostendunt pulcherrime naturam rationemque nuclei. Hic oritur ex minima vesicula quae puncti spatio proxime accedit, et destinatus est, ut aeque ac cella materna, ex qua originem duxit, explicetur, ut et ipse pari modo novas ex se producat generationes, dum blastema in interna parte modo granosum fit, modo fluidum manet, prout natura est diversarum telarum. Quam ob causam dubitare non poterimus nucleum secundariam cellam habere, et cum secundaria cella plantarum telae e. g. cellae parenchymatosae comparare.

den kleinen Zellchen des Rückenmarkes der Zellkern, obwohl doch aus diesem erst die Zelle gebildet werden müfste, gänzlich fehle und dafür ein kleines Bläschen vorhanden sei.

Auch ich habe im Rückenmark der Froschlarven noch öfter als in den Drüsen diese mit Flüssigkeit gefüllten Bläschen gefunden. Sie pflegen, da das Blastem gewöhnlich physisch-chemischen Gesetzen folgt (im Wasser auf dem Objectträger) mit körniger Masse angefüllt zu sein und haben dann Aehnlichkeit mit dem pflanzlichen Zellkerne, bei denen sie jedoch aus dem Umstande, dafs sie eine Zelle vertreten und den Entwickelungsvorgang dieser wiederholen, als gleichwerthige Elementarorgane erscheinen. Ueberhaupt ist nicht zu übersehen, dafs das physische Verhalten des Blastems je nach seiner chemischen Beschaffenheit mannigfaltig verschieden sein kann.

Vogt hat ebenfalls nur in den gröfseren Zellen des Rückenmarkes von *Alytes* Zellkerne gefunden; meistens vertraten ihre Stelle hohle Bläschen ohne körnigen Inhalt.

Beim Knorpel beschreibt Schwann ebenfalls alle Entwickelungsstufen vom kleinsten Zellkerne an bis zu so grofsen, die er für kleine Zellen hielt, in welchen an der Stelle des Zellkernes ein oder zwei Kernkörperchen vorhanden sind. In den ausgebildeten Knorpelzellen werden diese Zellkerne, welche während der ersten Entwickelungsstufen nie fehlen, meistens resorbirt. Dann aber ist es oft schwierig zu entscheiden, ob eine Zelle vorhanden ist oder eine Lücke des homogenen Blastems, welches sich hier zu einer festen Interzellularsubstanz umgewandelt hat. Der Umstand, dafs fast regelmäfsig mehrere endogene Zellen in einer Mutterzelle des Knorpelgewebes vorkommen, erklärt das richtige Verhältnifs meistens.

Auch Vogt hat Zellenbildung in der Interzellularsubstanz des Knorpels beobachtet. Danach finden sich darin kleine Bläschen, diese dehnen sich aus, pressen die vorhandenen Zellen zusammen und verdrängen sie, während im Innern Bläschen oder Zellkerne entstehen. Hier kann also nicht weiter bezweifelt werden, dafs in der festen Interzellurarsubstanz, dem Blastem, auf dieselbe Weise sich Bläschen zu neuen Zellen entwickeln, wie es sonst im thierischen Körper in flüssiger Substanz zu geschehen pflegt. Etwas sehr ähnliches habe ich in dem festen Sekret der Epidermiszellen beobachtet, welche in den Blättern von *Hoya carnosa* vorkommen. Auch hier entstehen bei den gröfseren Blättern aufserhalb der Epidermiszellen Bläschen in einer festen Masse, die bald eine bedeutende Ausdehnung erlangen. Niemals habe ich irgend eine Funktion dieser Bläschen wahrgenommen; ich kann daher nicht beurtheilen, ob sie für Zellen oder für einfache durch Resorption entstandene Lücken zu halten sind.

Diese Bildungen des Knorpels und des Rückenmarkes zeigen ganz trefflich die Bedeutung des Zellkernes. Er entsteht aus einem ganz kleinen Bläschen von der Gröfse eines Punktes und hat die Bestimmung, ebenso wie die Mutterzelle, aus welcher er entstanden ist, sich zu entwickeln, um selber aus sich in gleicher Weise neue Generationen zu erzeugen, während das Blastem im Innern bald körnig wird, bald flüssig bleibt, je nach der Eigenthümlichkeit der verschiedenen Gewebe. Wir müssen daher den Zellkern für eine sekundäre Zelle halten und vergleichen ihn mit der sekundären Zelle des Pflanzengewebes, z. B. mit derjenigen der Markzellen.

Compluribus tamen telis haec quoque secundaria cella haud multum explicationis proficiet, illi quam R. Brown nucleum nominavit tertiariae plantarum telae cellae simillima, cum postea resorbeatur. Haec secundaria cella ita eandem rationem cum primaria tenet, atque organa adips et amyli plena, quae sunt corpora adiposa, seminum albumen, tubera et multa alia, cum toto organismo.

Quae cellae imprimis inter exogeneas inveniuntur in epidermidis formationibus, ubi nutrimentum sanguinis vasis non ubique ad quamque telae partem ducitur, sed ubi nutritio in uno loco solo fit, remotisque cellis imbibitione sola nutrimentum adducitur.

Has quoque cellas primordio vesiculas punctiformes apparere unusquisque facile sibi persuadebit in quovis animalium corporum loco, ubi haec formatio efficitur, e. g. in epidermidis sectione; omnes formationes inde a planatis extremis cellis ubi nucleus fere resorptus est, ad minimas sub microscopio tantum internoscendas vesiculas et grana, quae blastemate circumclusa sunt, invenimus; optime cognoscimus quemadmodum hae vesiculae auctae sint usque ad nucleos et cellas nucleos continentes si ab interna parte ad externam procedimus. Schwann quoque (l. c. p. 133. cf. p. 86), haec parva microscopica corpora in pituitoso telae embryonis blastemate inveniri edixit et inter minimos nucleos, qui reti Malpighii proximi sunt, granosam substantiam, quae inter ceteras intercedat, commemorat.

Prima membranae formatio cellarum secundariarum oculis subtrahitur, fortasse ideo quod in denso, minus pellucido primariae cellae blastemate celerrime exoriuntur; sequenti cellae explicatione jam primo tempore membranam exstitisse elucet, nam nuclei membranam primam esse formationem et externam cellae membranam secundam, quemadmodum Schwann, Schleidenii theoria nisus, putat, veram esse, omnino est negandum, cum omnis certa desit observatio; contra multae et in animalibus de nucleo oriundo exhibitae observationes ostendunt, ut me probavisse credo, hunc ita ex parvula intimae cellae vesicula oriri, ut primae membranae accidit. Parenchyma plantarum quoque exemplo est quam celeriter secundae membranae formentur, utpote quae haud arcte cum primis conjunctae sint, ideoque per omnes gradus evolutionis facilius perspiciendae sint. Omnino hanc esse vegetationis cellarum certam indolem puto, ut endogeneam cellarum evolutionem perpetuo repetere velint, num huic nisui brevius an longius temporis spatium satisfieri possit, id pendet ex nutrimenti affluentis ratione et indole, quae iterum ex organismo toto constituitur.

Pigmentum, de cujus formatione quaedam observavi, quae cum prioribus contemplationibus non plane consentiunt, it ipsum ostendit, hunc epidermidis cellarum nucleum conditionibus faventibus provinciae, quam accepit, ut aeque ac vegetationis cella ageret, plane satisfacere posse. Inveni enim in parvulis gyrinis pedibus nondum extructis infra epidermidis cellam pigmento plane completam transitus ad cellas nucleum continentes vulgaribusque epidermidis cellis simillimas formationes. Corporis superficiem versus hic nucleus pigmento ita repletus erat, ut illud magis

In den meisten Geweben hat jedoch diese sekundäre Zelle nicht lange Bestand, da sie später ebenso wie die tertiäre Zelle des Pflanzengewebes, welche R. Brown Zellkern genannt hat, resorbirt wird. Es verhält sich diese sekundäre Zelle ebenso zur primären, wie die mit Fett oder Amylum angefüllten Organe, z. B. die Fettkörper, die Eiweifskörper der Sämereien, die Knollen und viele andere zum ganzen Organismus.

Solche Zellen trifft man besonders unter den exogenen in den Epidermisbildungen, wo der Nahrungsstoff des Blutes nicht überall durch Gefäfse zu jedem Theile des Gewebes geleitet, sondern die unmittelbare Ernährung nur an einer Stelle, die der entfernteren Zellen aber allein durch Imbibition ausgeführt wird.

Dafs auch diese Zellen anfangs als punktähnliche Bläschen auftreten, davon kann man sich leicht an einem beliebigen Theile des thierischen Körpers überzeugen, wo diese Bildungsweise vorkommt, z. B. an einem Querschnitte der Epidermis. Wir finden hier alle Bildungsformen von den abgeplatteten äufsersten Zellen, deren Zellkern gewöhnlich resorbirt ist, bis zu den kleinsten, die unter dem Mikoskope nur als Bläschen und im Blastem eingehüllte Körner zu erkennen sind. Man erkennt vortrefflich, wie sich diese Bläschen vergröfsert haben bis zu den Zellkernen und den zellkernhaltigen Zellen, wenn man von Innen nach Aufsen vorgeht. Schwann giebt auch an, dafs diese kleinen mikroskopischen Körper in dem schleimigen Blastem des Embryonalgewebes zu treffen sind und erwähnt einer körnigen Substanz zwischen den übrigen Substanzen, welche zwischen den kleinen Kernen, die dem Malpighi'schen Netze zunächst liegen, vorhanden sind.

Die erste Bildung der Haut der sekundären Zellen entzieht sich den Augen, vielleicht deshalb, weil sie in einem dichten und etwas trüben Blastem der primären Zelle sehr schnell sich gestaltet. Es leuchtet ein, dafs schon in der ersten Zeit der sich entwickelnden Zelle die Membran einer sekundären Zelle vorhanden gewesen; denn es mufs bestritten werden, dafs die Membran des Zellkernes zuerst und danach die äufsere Zellhaut sich bilde, wie Schwann auf Schleidens Theorie fufsend, meint: im Gegentheil viele an Pflanzen und Thieren über die Entstehungsweise des Zellkernes gemachte Beobachtungen beweisen, dafs dieser aus einem kleinen Bläschen im Innern der Zelle hervorgehe. Auch kann das Parenchym der Pflanzen als Beispiel dienen, um darzuthun, wie schnell sich sekundäre Zellen entwickeln; denn sie haben hier mit den primären keine innige Verbindung und sind daher auf allen Entwickelungsstufen leichter zu erkennen. Ueberhaupt wohnt den Vegetationszellen, wie mir scheint, dafs Bestreben inne, die endogene Zellenbildung fortwährend zu wiederholen. Ob sie diesem Streben kürzere oder längere Zeit Folge leisten können, das hängt von den Eigenschaften des zuströmenden Nahrungsstoffes ab, die wiederum von dem ganzen Organismus bedingt sind.

Das Pigment, über dessen Bildungsweise ich einige Beobachtungen gemacht habe, die mit den früheren nicht völlig übereinstimmen, zeigt ebenfalls, dafs dieser Zellkern der Epidermiszellen unter günstigen Umständen der Aufgabe, gleich einer Vegetationszelle zu wirken, vollständig genügen könne (Taf. IIb. Fig. 4 a—c.). Ich fand nämlich bei kleinen fufslosen Froschlarven unter einer vollständig mit Pigment angefüllten Epidermiszelle Uebergänge zu zellkernhaltigen Zellen und anderen, gewöhnlichen Epidermiszellen sehr ähnlichen Bildungen. Nach der Oberfläche des Kör-

magisque expansa est, donec primae maternae cellae extensionem consecuta esset, ut plane exculta unam membranam tantum quae pigmentum contineretur, habere videretur. Hae superficiei cellae formam polyedricam planam receperant, qua re clari membranarum endogenearum fines melius elucebant. — Interdum vero etiam parvae adhuc globosae cellae inveniuntur, quae pigmento jam plane erant expletae, quaeque ob formam membranas circumdantes minus clare efferebant; hic quoque aliquoties mihi contigit, ut infusoriorum auxilio, quae primarias cellarum membranas divellerunt, dum secundariae endosmosi aquae expanduntur, has secundarias e materna cella prodire viderem, cum illa materna ut membrana cellae decolor in aqua circumnataret (vid. tab. IIb. fig. IVa.).

In gyrinis aliquanto majoribus pigmenti cellarum explicatio longius prosequi possumus. Secundaria in cella, quae, quem dicunt nucleolum jam mature ostendit, clarissima tertiariae cellae evolutio perspicietur, quam tertiariam Schwann (l. c. p. 88) nucleum esse cum uno alterove nucleolo scripsit; quodsi cellam a diversis partibus inspexerimus, hanc cellam intima secundaria membrana pigmenti vesiculas continente circumclusum esse facile nobis persuadebimus. — Huic studio animalis pigmenti cellae cum parenchymatosa plantarum telae cella, quae chlorophyllum et nucleum amplectitur, est comparanda. Hic vero tertiaria cella non eodem explicationis gradu acquiescit, sed paene usque ad maternae cellae extensionem augetur, dum in interiore ejus parte nova oritur generatio. Quae sunt in planatis epidermidis cellis pigmenti vesiculae, tum plane seponuntur nigrumque annulum circum tertiariam cellam decolorem formant. Postea vero nonnullae hujus nigri annuli partes resorptae sunt, unde valde variae irregulares figurae exsistunt, quae saepe si circum cellam etiamtunc plane conservatam jacent filiformes ejus continuationes esse videntur, et tum quas Schwann tab. II. fg. 9, Henle tab. I. fg. 13 depinxerunt formas ramificatas reddunt, etiamsi ab in his scriptoribus cellae stellares nominantur. Tamen minine una cella sed complurium complexus hanc efficit formam, id quod in gyrinis, facile perspici potest. (Corpusculorum ossis (Knochenkörperchen) evolutionem huc usque et perscrutarer, nondum mihi contigit, minime vero pro eorum absolutorum forma dubito, quin eadem lege fiant.)

Henle (l. c. p. 272) pigmenti cellas granosum pigmentum nominare proponit, quod non comprobandum est cum animalium pigmentum non granis, sed eodem quo modo plantarum vesiculis inclusum est.

Flavae et rubentes pigmenti cellae, quousque equidem contemplatus sum, eadem utuntur, ratione, formationem vero rubrorum et cyanorum pigmentorum adhuc nondum perscrutatus sum.

Henle choroideae pigmenti cellas descripsit, cum etiam extra secundariam cellam nucleum continerent, cujus quaestionis ineundae nondum mihi fuit occasio. Hic igitur duae secundariae cellae formatae erant. Schwann quoque saepius in

pers zu war dieser Zellkern mit dem sich mehr und mehr vergröſsernden Pigment angefüllt, welches dadurch eine um so bestimmtere Farbe hatte, je näher es der Oberfläche gekommen war. Zugleich dehnte sich diese secundäre Zelle mehr und mehr aus, bis sie die Ausdehnung der primären mütterlichen Zelle erlangt hatte, so daſs die Zelle, nach vollendetem Wachsthum der ersteren, scheinbar nur aus einer das Pigment einschlieſsenden Membran bestand (b). Diese Zellen der Oberfläche hatten eine abgeplattete polyedrische Form angenommen und durch diesen Umstand traten die deutlichen Grenzen der endogenen Membranen bestimmter hervor. Bisweilen kamen aber auch kleine noch kugelförmige Zellen vor, die mit Pigment schon völlig angefüllt waren; diese zeigten wegen ihrer Form die umhüllenden Membranen weniger deutlich. Aber auch hier gelang es mir, mit Hülfe der Infusorien, welche die primäre Membran angenagt hatten, indem die sekundären Häute durch Endosmose von Wasser ausgedehnt wurden, dieselben aus der Mutterzelle hervortreten zu sehen. Dieselbe primäre Zellhaut schwamm dann farblos im Wasser umher.

In gröſseren Froschlarven kann man die Entwickelung der Pigmentzellen weiter verfolgen. In der sekundären Zelle, welche schon zeitig den sogenannten Kernkörper zeigt, läſst sich deutlich die Entfaltung dieses zur tertiären Zelle erkennen. Schwann beschreibt sie als Zellkern mit ein oder zwei Kernkörpern. Betrachten wir die Zelle von verschiedenen Seiten, so werden wir uns leicht überzeugen, daſs diese tertiäre Zelle von einer sich eng anschlieſsenden sekundären Membran, welche die Pigmentbläschen enthält, umgeben ist. Die thierischen Pigmentzellen kann man mit denen des parenchymatösen Pflanzengewebes vergleichen, welche Chlorophyll und einen Kern enthalten. In diesen thierischen Pigmentzellen aber begnügt sich die tertiäre Zelle nicht mit der Entwickelungsstufe des sogenannten *nucleus*, sondern erlangt fast die Ausdehnung der Mutterzelle, während in ihrem Innern eine neue Generation entsteht. Die Pigmentbläschen in den abgeplatteten Epidermial-Mutterzellen werden dann vollständig verdrängt und bilden einen schwarzen Ring um die farblose tertiäre Zelle. Später werden aber einige Theile dieses schwarzen Ringes resorbirt und es entstehen sehr mannigfaltige unregelmäſsige Figuren, die oft, wenn sie um eine vollständig erhaltene Zelle gelagert sind, als fadenförmige Fortsetzungen derselben erscheinen (Fig. 4c.) und bilden dann die verzweigten Gestalten, welche Schwann Tab. II. Fig. 9 und Henle Tab. I. Fig. 13 abgebildet haben; dennoch werden sie von diesen Schriftstellern sternförmige Zellen genannt. Es bildet jedoch nicht eine Zelle, sondern ein Complex von mehreren diese Sternform, wie an den Froschlarven leicht zu sehen. (Die Entwickelung der Knochenkörperchen konnte ich nicht verfolgen, ich zweifle jedoch nicht, daſs sie nach demselben Gesetze geschieht.)

Henle schlägt vor, die Pigmentzellen als körniges Pigment zu bezeichnen. Das ist nicht angemessen, da das thierische Pigment ebenso wie das der Pflanzen in Bläschen eingeschlossen ist.

Die gelblichen und röthlichen Pigmentzellen, so weit ich sie beobachtet habe, folgen demselben Gesetze; die rothen und blauen habe ich noch nicht untersucht.

Henle hat die Pigmentzellen der *Choroidea* beschrieben, die auſserhalb der sekundären Zelle noch einen Zellkern enthielten. Ich habe noch nicht Gelegenheit gehabt, die Sache zu beobachten. Hier hatten sich also zwei sekundäre Zellen ge-

externa gyrinorum membrana duos in unam cellam inclusos nucleos se vidisse p. 83 dixit et Valentin (Repert. 1833) et J. Müller (Bau der krankh. Geschwülste) in Carcinomate, Sarcomate et Enchondromate maternas cellas invenerunt, quae complures parvas cellulas continerent, quarum quaeque iterum novae generationis primordium complecteretur. Hic major irregularis copia abnorme plastici nutrimenti copiosiorem etiam novarum cellarum formationem efficere videtur; fortasse simile aliquid in cellis puris et in cellis muci invenitur, quorum nuclei aceto in plures facile dividuntur (Güterbock de pure et granulatione p. 7. — Vogel über Eiter, Eiterung etc. p. 26. — Henle allg. Anat. Tab. V. fg. 22).

Pennarum quoque formatio aptam contemplandi occasionem praebet, quemadmodum cellae primo exsistant, et Schwann quoque (l. c. p. 96) descripsit, pennae scapi cellas matricem versus semper imminui, donec parvorum granorum speciem praebeant. Ille quidem naturae curiosus parvas vesiculas non cellulas sed cellularum nucleos granosa materia conglomeratos esse contendit, tamen ipse nonnullos habere nucleolos, alios minime dixit, unde nucleolum hunc certe non primariam esse rem quae ad cellam formandam plane necessaria sit colligere possumus. Mihi quidem hac de re non exstitit dubitatio sed plane persuasum habeo, nucleolum semper endogenum effectum ex vegetationis cellis prodire; nam in minimis denso pituitoso blastemate completis vesiculis quas in matrice passeris pennae copiosissime inveni, nucleolum nunquam repperi; postquam vero homogeneum vesiculae blastema in granosum mutatum est, nucleolum paullatim prodeuntem vidi, et hunc cellae gradum Schwann nucleum vocat. Quae sit secundariarum cellarum formatio, quae granulosum saepe vesiculoso-pigmentosam materiam continent, hic quoque me fugit; minime vero est dubitandum quin secundariae cellae adsint, cum in subsequenti primariarum membranarum expansione manifeste appareant, neque ullo modo has serius esse formatas putandum est, quippe quod omni careat et observatione et analogia, et nucleus non nisi arcte circumscriptus in conspectum veniat.

Hae parvae cellulae (quas Schwann aliique nucleos vocat) diversissimo modo se explicant, prout quaeque seu ad medullam seu ad scapum seu ad calamum seu ad vexillum formandum destinata est. In medulla primariae cellae auctae, eodem modo quo plantarum parenchyma confertae, se invicem planantes, inveniuntur, dum nucleus magis magisque resorbetur. Calamus et scapi cortex, quamdiu ille vagina involutus erat, ex denso pulchrarum epidermidis cellarum strato constat omnesque explicationis gradus cognoscuntur usque ad nucleos, quos modo commemoravi, et ad matricis vesiculas, quibus membrana expanditur et complanatur dum granulosa materia paullatim imminuta denique resorbetur. Ad singulas vexilli pinnulas formandas contra membranae parvarum cellularum, quae ex serie quadam ordinatae sunt, ita expanduntur, ut inde cylindrus fiat dum cellae secundariae aut resorbentur aut pigmento completae integrae remanent.

bildet (deren eine unentwickelt blieb). Auch Schwann giebt p. 83 an, dafs er öfter in der äufseren Haut der Froschlarven zwei in einer Zelle befindliche Zellkerne gesehen habe und Valentin und J. Müller fanden im *Carcinom, Sarcom* und *Enchondrom* Mutterzellen, die mehrere kleine Zellchen enthielten, von denen jede wiederum den Anfang einer neuen Generation umschlofs. Hier scheint die ungewöhnlich grofse Menge des abnorm plastischen Nahrungstoffes eine reichlichere Bildung neuer Zellen zu veranlassen. Vielleicht kommt etwas Aehnliches bei den Schleim- und Eiterzellen vor, deren Zellkerne leicht durch Essigsäure in mehrere sich zerlegen lassen.

Auch die Bildung der Federn (Taf. IIb. Fig. 2) giebt eine günstige Gelegenheit die erste Entstehung der Zellen zu beobachten und auch Schwann giebt an, dafs die Zellen des Federschaftes nach der Matrix zu immer kleiner werden, und zuletzt das Ansehen kleiner Körnchen haben. Dieser Forscher ist der Meinung, dafs nicht die kleinen Bläschen zu Zellen werden, sondern die Zellkerne aus körniger Masse zusammengeballt sind; jedoch sagt er selber, dafs einige dieser Kerne Kernkörperchen enthalten, andere nicht und wir können daraus entnehmen, dafs dieser Kernkörper nicht das ursprüngliche und erste Erfordernifs zur Zellbildung sei. Ich für meinen Theil bin fest überzeugt, dafs der Kernkörper immer endogenes Produkt der Vegetationszelle sei. Denn in den sehr kleinen und mit dichtem schleimigen Blastem angefüllten Zellchen, die ich in der Matrix einer Sperlingsfeder in reichlicher Menge antraf, habe ich niemals einen Kernkörper gefunden. Nachdem aber das homogene Blastem der Zelle sich in ein körniges verwandelt hatte, sah ich den Kernkörper allmählig erscheinen, und diesen Grad der Entwickelung nennt Schwann Zellkern. Die Bildungsweise der sekundären Zellen, die eine körnige, oft eine blasig-farbige Materie enthalten, ist auch hier mir unbekannt; ihr Vorhandensein beweifle ich aber nicht, da sie bei später eintretender Ausdehnung der primären Membranen deutlich sichtbar werden. Auf keine Weise ist aber anzunehmen, dafs diese letzteren sich erst später gebildet haben. Es stände im Widerspruche mit allen Beobachtungen und entbehrte jeder Analogie; auch erkennen wir den Zellkern von Anfang an in den schärfsten Umrissen.

Diese kleinen Zellchen, welche Schwann und Andere Zellkerne nennen, entwickeln sich auf sehr verschiedene Weise, je nachdem sie zur Bildung der verschiedenen Federtheile dienen. Im Marke platten sich die reichlich vorkommenden primären Zellen, ebenso wie im Pflanzenparenchyme zusammendrängt, gegenseitig ab, während der Zellkern mehr und mehr resorbirt wird. Die Spule und die Schaftrinde besteht, so lange jene in einer Scheide steckt aus einer dichten Schicht schöner Epidermiszellen und es lassen sich alle Stufen der Entwickelung bis zu den erwähnten Zellkernen und den Matrixbläschen erkennen, deren Haut sich ausdehnt und dann abgeplattet wird, während die körnige Masse sich allmählig vermindert und zuletzt resorbirt wird. Um die einzelnen Fiedern der Fahne zu bilden, dehnen sich dagegen die Membranen der kleinen Zellchen, die in einer Reihe geordnet sind, derartig aus, dafs sie einen Cylinder bilden, während die sekundären Zellen entweder resorbirt werden, oder mit Pigment angefüllt unversehrt bleiben.

Corollarium.

Observationes supra expositae, quibus persuasum mihi est naturam in formandis elementariis omnium organismorum partibus h. e. cellis, semper eadem uti ratione ad ea, quae subsequentibus de formandis cellis dicam, probanda sufficiant. In intima cella aut primordia novae cellae vel citius vel tardius exsistere, aut per omnem cellae vitam deesse vidimus. Altera ratione ubi tantum propriae materiae in cella secernuntur, cellam vocavi secretionis; priore vero in materna cella aut novus organismus ut ovum vel gemma, aut unum vel nonnulla organa elementaria nova oriuntur, quas formas, cum a posterioribus vitae statibus demum perscrutatis certe disjungendae sint, reproductionis aut vegetationis cellarum nomine distinguas licet.

Primo in vitae suae gradu cella parva, puncto simillima vesicula apparet, quae ex circumcludenti substantia victum sibi capit, intussusceptione crescit, dum in interiore parte substantia quaedam, quam circumcludenti materia esse diversam probare possumus, secernitur. Cohaesionis hujus secreti gradus diversus est ex propria blastematis ratione in omnibus organismi partibus et ex cellae functione. Ipsis in vegetationis cellis eadem dignitate, etiam in speciebus animalium affinibus plane diversa materiae in interna cella secretae constitutio saepius invenitur; (hic endogenis cellis blastema); ut exemplum afferam jecoris Onisci aquatici cellae liquore paene dilucido, Onisci aselli granoso liquore completae sunt.

Etiamsi multae secretionis cellae nonnullaeque vegetationis cellae e. g. plantarum inferioris ordinis, glandularum plantarum et animalium, chordae dorsalis, cartilaginis et quae sunt plura plerumque liquidam continent materiam, saepius tamen accidit, ut quod in interiore parte secernitur, quodque in vegetationis cellis secundis blastema est, non hyalinam sed pituitoso-granulosam accipiat speciem; quare membranae ipsae difficillime cognoscuntur et tantum longiore usu speciei ratione aut certius explicatione cognosci possunt. Quod novae cellulae hac specie saepius inveniuntur causa quoque fuit, cur blastema impellucidum facillimeque in oculos veniens formatio primaria et membrana posteriore incrementi tempore distinctius existens secundaria habita sit. Tamen si rerum harum explicationem aptis in locis e. g. in cellis plantarum parenchymatis secundariis, in antherarum loculamentis, in capillis, tubo pollinario, ovo, glandulis, pigmenti animalium cellis aliquanto longius opinione minime praejudicata contemplati essent, in hunc errorem qui habuerunt, non incidissent, nisi quae unitas in naturae formationibus omnibus et organicis et anorganicis inesse videretur, quippe quae illa cellarum formatione doceri visa sit, ea in perscrutatorum animis, hanc unitatem nimis petentibus nimii momenti.

Omnino vero illam quaesitam unitatem ne illa quidem theoria aliter quam specie consecutus eris, quemadmodum illa tantum externa specie provocata est; diversissimis fundamentis usi sunt, ut bene construendo similem domum exstruerent, neque tamen fundamenta perquisiverunt, pulchrumque artificium ideo incerte innite-

Schlufs.

Die in Vorstehendem erwähnten Beobachtungen haben mich überzeugt, dafs die Natur bei der Bildung der Elementartheile aller Organismen, d. h. der Zellen, demselben Gesetze folgt. Sie werden genügen um zu bestätigen, was ich weiter über die Bildungsweise der Zellen zu sagen habe. Wir sehen, dafs im Innern der Zelle entweder die Anfänge von neuen solchen früher oder später entstehen oder während ihrer ganzen Lebensdauer fehlen. Die in letzterer Weise vorhandenen, wo nur eigenthümliche Stoffe im Innern der Zelle ausgeschieden werden, habe ich Sekretionszellen genannt. Bei den ersteren entsteht in der Mutterzelle entweder ein neuer Organismus, wie das Ei oder die Knospe, oder ein bis mehrere neue Elementartheile. Diese Formen, die von den späteren Entwickelungszuständen, die eben durchgenommen wurden, zu trennen sind, kann man als Reproduktions- oder Vegetationszellen bezeichnen.

Auf ihrer ersten Stufe des Daseins erscheint die Zelle als eine kleine punktähnliche Blase, die aus der umgebenden Substanz ihren Unterhalt entnimmt und durch Intussusception wächst, während im Innern eine Substanz, die von der umgebenden verschieden ist, abgesondert wird. Die Dichtigkeit dieses Sekretes ist eine verschiedene, je nach der Beschaffenheit des Blastemes in den verschiedenen Theilen des Organismus und nach den Verrichtungen der Zelle. Selbst in gleichwerthigen Zellen verwandter thierischer Organismen trifft man oft Sekrete von ganz verschiedener Beschaffenheit. So sind z. B. die Leberzellen bei *Oniscus aquaticus* mit fast durchsichtiger, bei *Oniscus asellus* mit körniger Flüssigkeit angefüllt.

Obgleich viele Sekretions- und Vegetationszellen z. B. bei den Pflanzen der niederen Ordnungen, bei den Drüsen der Thiere und Pflanzen, beim Rückenmark, dem Knorpel u. a. meistens eine Flüssigkeit enthalten, so nimmt doch gewöhnlich das Sekret im Innern, welches in den sekundären Vegetationszellen das Blastem ist, nicht ein klares, sondern ein schleimig-körniges Ansehen an. Deshalb lassen sich die Häute selbst so schwer erkennen und nur längere Uebung in der Beobachtung oder besser die Entwickelung führt zum Ziel. Das häufigere Vorkommen von derartigen Zellen war auch die Ursache, weshalb das undurchsichtige und leicht in die Augen fallende Blastem für das primäre Gebilde und die Membran, die erst später deutlich sichtbar wird, für das sekundäre gehalten wurde. Hätte man jedoch die Entwickelung dieser Gebilde an passenden Gegenständen z. B. an den sekundären Zellen des Pflanzenparenchymes, den Antherenfächern, Haaren, dem Pollenschlauch, dem Ei, den Drüsen, den thierischen Pigmentzellen gründlich und ohne vorgefafste Meinung beobachtet, so hätte man diesen Irrthum vermieden. Die Einheit aber, welche in den Naturgebilden, den organischen und unorganischen scheinbar vorhanden ist und die durch jene Weise der Zellenbildung bewiesen zu werden schien, war für den nach Einheit strebenden Geist von zu grofsem Reize.

Ueberhaupt aber erlangt man jene gesuchte Einheit durch jene Theorie nur scheinbar, wie sie auch nur durch den äufseren Anschein hervorgerufen wurde. Ganz verschiedene Grundlagen benutzte man, um darauf ähnliche Gebäude zu errichten, ohne jedoch auf diese Grundlagen selber zu achten und das schöne Kunstwerk hätte deren

batur in incerto fundamento. Schwann jam (l. c. p. 249) vim metabolicam crystallis deesse perspexit, atque hanc ob causam ut ullum esse internum vinculum negaret adductus est, tamen et ipse hanc comparationem magna cum voluptate persecutus est et crystallisationis processum aptissimam cellarum vitae esse imaginem contendit. Quantum vero scientiae proficiunt phantasiae imagines quippe quae naturam quominus ipsam cognoscamus impediunt? nonne potissimum ei facile damnum afferent, qui in similitudine sola non in paribus rebus ipsis se versari obliviscuntur.

Quod vero utrique processui est unice commune, multo magis latet, et jam in primo ortu utrumque corpus crystallus et cella sua quodque utitur ratione. Karsten, avunculus meus celeberrimus optimus quantum inter chemicum et formationis processum intersit, ostensurus, hac de re ita scripsit (Philosophie der Chemie p. 35): „Das Wesen des chemischen Prozesses ist die Vereinigung des Heterogenen zu einer homogenen Mischung; das Wesen des Bildungsprocesses — er erfolge durch die Lebenskraft bei den organischen oder durch die Kohäsionskraft bei den unorganischen Körpern — ist das Heterogenwerden des Homogenen durch die immanente eigenthümliche Thätigkeit der Materie, welche sich zn einer specifischen Art individualisirt und aus der Mischung aussondert.“

Haec propria conditio in crystallis ex diversa componentis materiae cohaesione per diversas spatii regiones cognoscitur, dum in cellarum membranis, ex Meyenii theoria a Mohlio funditus eversa unusquisque cohaesionem in omnes regiones pariter agentem concedit.

Link, in ingeniosissimo de oriundis solidis corporibus libro suo primus animadvertit, materiam heterogeneam redditam antequam eam formam crystallinam, quae sibi sit peculiaris, assequatur, saepissime per stillanter-liquidum cohaesionis gradum (der tropfbar-flüssigen Kohäsions-Zustand) permeare guttarumque forma ex priore mixtione secerni, id quod in gasis facillime in corporibus stillanter liquidis microscopio adhibito est ad cognoscendum. Haud ideo contra verum sit hanc conditionem eis quoque corporibus accidere, apud quae ob attractionem fortius agentem, quippe cui crystallorum formatio adscribatur, nondum est spectata. Quod si ita sese habet res, guttae communi conditoni et organicae et anorganicae formationis finem imponent, certe tamen cum in utriusque formationis processu eandem vim, attractionem efficacem esse accipiamus, confitendum nobis erit hanc modo esse centralem modo periphericam actionem infra constitutum campum, ut aut solidum granum aut cava vesicula formetur, cum vero ex materiae natura hanc diversam conditionem perspicere non possimus.

Quam etiam Schleiden et Schwann cellarum formationem constituerunt, non quadrat cum crystallisationis notione; nucleus quidem si solidus (blastema granulosum) est appositione conformatur, sed propria crystallisationis ratio — „diversa materiae cohaesio in diversis spatii regionibus“ — huic nucleo plane non continget. Quod si nucleum simplicem vesiculam esse tum ex Schwanni de chorda dorsali observationibus sequitur, tum ex Vogtii meisque observationibus constat, etiam illa

also nur sehr unsichere. Schon Schwann hat es durchschaut, dafs die Krystalle keine metabolische Kraft haben und wurde dadurch veranlafst ihnen jede innere Verwandtschaft mit den Zellen abzusprechen. Dennoch hat auch er den Vergleich zwischen Krystallen und Zellen ausgeführt und den Krystallisationsprozefs als das beste Bild für das Leben der Zelle bezeichnet. Was nützen aber Phantasiebilder der Naturforschung? Sie verhindern nur die richtige Naturerkenntnifs und bringen demjenigen besonders Nachtheil, der da vergifst, dafs er es nur mit Aehnlichkeiten aber nicht mit gleichen Dingen zu thun habe.

Das beiden Prozessen wahrhaft gemeinschaftliche ist vielmehr verborgen und schon in den ersten Anfängen zeigen Zelle und Krystall verschiedene Bildungsweisen. Mein Oheim Karsten schreibt in Bezug auf diesen Gegenstand: „Das Wesen des chemischen Prozesses ist die Vereinigung des Heterogenen zu einer homogenen Mischung; das Wesen des Bildungsprocesses, — er erfolge durch die Lebenskraft bei den organischen oder durch die Kohäsionskraft bei den unorganischen Körpern — ist das Heterogenwerden des Homogenen durch die immanente eigenthümliche Thätigkeit der Materie, welche sich zu einer specifischen Art individualisirt und aus der Mischung aussondert.“

Dieser eigenthümliche Zustand wird bei Krystallen aus dem verschiedenen Zusammenhange der bildenden Masse nach den verschiedenen Richtungen hin erkannt, während man nach Meyens Theorie (die von Mohl für gewisse Entwickelungszustände gründlich widerlegt wurden) bei den Zellhäuten die Kohäsion nach allen Richtungen in gleicher Weise thätig anerkennen mufs.

Link hat in seiner geistreichen Schrift über die Entstehung fester Körper zuerst bemerkt, dafs eine heterogen gewordene Masse, bevor sie die ihr eigenthümliche krystallinische Form annimmt, sehr oft erst durch den tropfbar-flüssigen Kohäsionszustand hindurchgeht und tropfenförmig aus der früheren Mischung ausgeschieden werde, was an Gasen sehr leicht, an tropfbar-flüssigen Körpern mittels des Mikroskopes zu erkennen ist. Es möchte darum sich nicht weit von der Wahrheit entfernen, wenn wir annehmen, dafs dieses Verhältnifs auch bei den Körpern vorkomme, bei denen es wegen der kräftiger wirksamen Attraktion, der ja die Krystallbildung zugeschrieben wird, noch nicht erkannt worden ist. Verhält sich die Sache so, so wird der Tropfen der gemeinsame Ausgangspunkt organischer und unorganischer Gestaltung sein. Gewifs jedoch werden wir wieder einräumen müssen, da wir bei der einen wie der anderen Bildungsweise dieselbe Kraft, nämlich die Attraktion als thätig denken, dafs dieselbe bald eine centrale, bald eine peripherisch wirksame sei, so dafs entweder ein festes Korn oder eine hohle Blase zu Stande kommt, während wir aus der Beschaffenheit des Stoffes diese Verschiedenartigkeit nicht erklären können. —

Die Art und Weise der Zellbildung, wie sie Schleiden und Schwann aufgestellt haben, fällt nicht mit dem Begriff der Krystallisation zusammen. Ist der Zellkern eine solide Masse (körniges Blastem), so gestaltet er sich durch Apposition; aber gerade das eigenthümliche Merkmal der Krystallisation: „verschiedener Zusammenhang der Masse in den verschiedenen Richtungen des Raumes“ wird ihm nicht zukommen. Wenn nun aber der Zellkern nichts weiter als eine einfache Blase ist,

externa similitudo perit. Hanc comparationem vero in diversarum membranarum formationibus circum solidum nucleum porro hic perducere longius est, quoniam cellarum formationis theoria ipsa cum naturae processu non convenit. Id quod Schwann quoque in suo libro ceterum ita excellenti, quem saepissime jam memoravimus exposuit (l. c. p. 220).

Botanici quidam omnem cellae vitae processum contactu et catalysi ad chemicas leges redigi posse dixerunt, hi vero rem quandam inexplicatam, quam hucusque vitalem vim nominavimus, alia inexplicata explicare voluerunt; nam quicunque processus chemici explicatione adhuc careant, eo nomine comprehendi constat.

Tam cellae quam crystalli formatio chemico processui plane est opposita ideoque e chemicis legibus nunquam explicabitur; pariterque ulterior cellae evolutio multa praebet momenta, quae ne adjuvante quidem catalysi chemicis processibus similia sunt.

Cella, quae in organismo ex homogenea materia ut puncto simillima vesicula nascitur, magis magisque expanditur, dum circumdantis materiae aliquid assimilat, neque appositione quidem ut crystalli sed propria ratione, intussusceptione, h. e. circumdans materia heterogenea intrat penitus organicam membranam, sed quod in chemico processu vidimus, formationem novi ab utraque substantia diversi corporis non efficit, quin homogenea materia ad homogeneam colligitur; dum quaedam materiae disjunctae pars, proprium secretum, in interiore cellae latere secernitur. Processus ideo est multiplex, qui nec cum chemico nec cum crystallisationis processu comparari potest et tantum quod ad mutandam materiam attinet cum illis consentit.

Praeter hunc processum modo vitalem ex rei natura alii quoque una adesse possunt qui generali materiae attractione proferuntur, quae sunt adhaesio, attractio capillaris, imbibitio et quae sunt ceterae, materia heterogenea non reddita, exempli gratia receptio aquae, salium indifferentium, liquidorum gasiformium etc. Aut cum organismo tales materiae conjungi possunt, quae ex physicis et chemicis viribus suis vires cellae illis sese opponentes superant et delent, id quod tamen non ex normali organismi formatione sequitur.

Secretorum igitur formatio omnino pendet a vitali secernentis cellae actione, cellarum membranis plane evolutis finitur, et post cellae mortem quod secretum est e physicis chemicisve legibus mutatur et deducitur.

Diversa cellae crescentis ratio mechanice, e diversa atomorum positione explicari nunquam poterit, nam locali blastematis affluxu cella globosa in cylindricam vel conicam nunquam crescet, sed idea, ut ita dicam liceat, quae totum organismum format et regit omnium quoque cellarum formam constituit. Cellarum membranas

wie aus Schwanns Beobachtungen über das Rückenmark folgt und auch durch meine und Vogts Beobachtungen feststeht, dann verschwindet auch jene äufserliche Aehnlichkeit. Diesen Vergleich aber bei der Gestaltung der verschiedenen Häute um den festen Zellkern hier weiter durchzuführen, wäre zu weitläufig. Die Theorie der Zellbildung selbst stimmt ja nicht mit den Vorgängen in der Natur überein, was auch Schwann in seinem oft citirten ausgezeichneten Werke p. 220 weiter ausgeführt hat.

Manche Botaniker meinten, der ganze Lebensprozefs der Zelle könne durch Kontakt und Katalyse auf chemische Gesetze zurückgeführt werden. Diese haben etwas unerklärtes, das bisher Lebenskraft genannt wurde, durch ein anderes unerklärtes erklärt; denn mit obigen Ausdrücken werden bekanntlich alle bisher unerklärten chemischen Vorgänge bezeichnet.

Zellbildung, sowohl wie Krystallisation steht zum chemischen Prozesse im völligen Gegensatze, und können daher nicht auf chemische Gesetze zurückgeführt werden; ebenso hat die weitere Entwickelung der Zelle viele Momente, die auch ohne Annahme von Katalyse den chemischen Prozessen zu vergleichen sind.

Die Zelle, welche im Organismus aus homogener Masse als punktähnliches Bläschen entsteht, nimmt mehr und mehr an Umfang zu, indem sie einen Theil der umgebenden Masse assimilirt; demnach nicht durch Apposition wie die Krystalle, sondern auf eigenthümliche Weise durch Intussusception d. h. die umgebende heterogene Materie durchdringt vollständig die organische Membran, aber die Gestaltung eines neuen von beiden Substanzen verschiedenen Körpers, wie bei einem chemischen Prozesse, bewirkt sie nicht, während homogener Stoff zum homogenen kommt*) und ein Theil der abgetrennten Masse als eigenthümliches Sekret auf der inneren Seite der Zelle abgeschieden wird. Der Vorgang ist also ein vielfältig zusammen gesetzter und kann weder mit einem chemischen, noch mit einem Krystallisationsprozesse verglichen werden; er stimmt nur mit diesen in Bezug auf die Veränderung des Stoffes überein.

Aufser diesem nur vitalen Prozesse können natürlich auch andere zugleich vorhanden sein, die durch die allgemeine Attraktion der Materie hervorgerufen werden, als da sind: Adhäsion, Capillar-Attraktion, Imbibition u. s. w., wodurch nicht heterogener Stoff entsteht, z. B. Aufnahme von Wasser, indifferenten Salzen, Gasen u. s. w. Oder es können mit dem Organismus solche Stoffe sich verbinden, welche ihren physikalischen und chemischen Kräften gemäfs, denen der Zelle feindlich entgegenwirkend, diese vernichten, was aber bei normaler Entwickelung des Organismus nicht (oder erst beim Absterben) eintritt.

Die Bildung der Sekrete hängt also überhaupt von der Assimilationsthätigkeit der absondernden Zellmembran ab, endet mit der vollständigen Entwickelung der Zellhäute und nach dem Tode der Zelle unterliegen die Sekrete den physikalischen oder chemischen Gesetzen.

Das verschiedene Verhalten der wachsenden Zelle kann mechanisch aus der verschiedenen Anordnung der Atome nicht erklärt werden, denn durch blofs örtlichen Zuflufs des Blastems wird die kuglige Zelle sich nie zu einer kegel- oder cylinderförmigen gestalten; sondern die Idee so zu sagen, welche den ganzen Organismus

*) Dagegen vergleiche man Vegetationsorgan der Palmen: Wachsbildung der Epidermis.

singulis partibus nutriri videmus e. g. in epidermidis plantarum cellis sub cuticula si quae adest nullo tamen modo cella in longitudinem producitur, sed membrana hoc in loco universa crescit, forma nullo modo mutata.

Post cellae mortem membrana, cum chemicis succorum in vivo organismo semper agentium viribus tradita sit, solvitur et amovetur, id quod multae res et animalium et plantarum in organismo ostendunt ubi modo membrana cellae maternae modo secundariae, nuclei, prius resorbetur.

In interiore cellae parte citius tardiusve vel una vel plures novae cellae plane quo modo, illam sese explicantem supra descripsimus, nascuntur, cum mox et ipsae novae generationis primordia ostendant. In illis tamen cellis, quae ad conformata organa arcte conjunctae sunt, hic formationis nisus cessat, et ipsae cellae jam excultiores tantum ad certum usque gradum explicantur neque raro ut blastema resorbentur.

Perfecta unius saltem endogeneae cellae explicatio jam iis cellis quae ad continentes telas conjunctae sunt plane necessaria videtur, etiamsi altera interior nondum ubique perspecta est. Haec interna cella praecipue esse productiva dum externa exculta ad blastema dirigendum aptior videtur; prior in qua omnes secretionis cellae nascuntur, intussusceptione saepe ad magnam extensionem augetur, e. g. ligni et fortassè cartilaginis cellae, ut organismi fundamenta sint. — Tertia vegetationis cellarum generatio endogenea vulgo ipsa in explicatione detinetur, quam R. Brown nucleos habuit, non rarius tamen et ipsas plane excultas videmus e. g. pathologicas cellarum vegetstiones complures, ovum, cellas in antherarum loculamentis, glandularum cellas etc.

Quae in interiore cella secernuntur, quaeque subsequentis generationis blastema est, in cella ex organismo remota si cum aqua conjungitur diffusionem, endosmosim, efficiunt; nam cellae membrana inde aliquantum expanditur, et apertior fit, dum quod cella continet diluitur et partim coagulatur. Hoc phoenomenon cella ex vivo organismo remota praebet; num vero hic chemicus processus pariter in organismo minime turbatus adsit dubitandum neque in omnibus telis observari potest, cum simpliciora plantarum genera eum non adesse probent.

Nihilominus Schleiden ab hoc chemico processu viventis cellae incrementum derivat, cum nucleum attractione ex pituitoso blastemate aggregatum esse dixerit, circum quod fortiore attractione densius blastematis aggregatum formetur, cellae scilicet membrana: tum endosmosim accidere, quae cellam modo natam a cytoblasto removeat. Hujus tamen processus theoria mihi est plane obscura neque chemicis eam legibus explicare mihi possum, — cytoblastus, qui diffundi potest, non sequitur inclinationem suam cum circumfluente materia se commiscendi, unde a peripheria ad

beherrscht, bestimmt auch die Gestalt aller Zellen. (Weiteres hierüber in den: „Vegetationsorganen der Palmen“ Kap. I.). Wir sahen, dafs die Zellhäute an einzelnen Theilen ernährt werden, z. B. in den Epidermiszellen der Pflanzen unter der *cuticula*, wenn eine solche da ist. Defshalb aber verlängert sich die Zelle nicht in dieser Richtung, sondern meistens wächst die Membran an dieser Stelle in allen ihren Theilen, ohne dafs die Form sich ändert.

Wenn nach dem Tode der Zelle die Membran den chemischen Kräften der Säfte, die im lebendigen Organismus immer in Bewegung sind, übergeben ist, so löst sie sich auf und wird fortgeschafft. Es zeigen das viele Vorgänge im Organismus der Thiere und Pflanzen, wo bald die Membran der Mutterzelle, bald die der sekundären oder des Zellkernes zunächst resorbirt wird.

Im Innern der Zelle entstehen in oben beschriebener Weise eine oder mehrere neue Zellen, die bald selber Anfänge einer neuen Zellengeneration zeigen. In denjenigen Zellen jedoch, die zu individuell gestalteten Organen gehören, erlischt dieser Bildungstrieb und selbst die schon gebildeten Zellen entwickeln sich nur bis zu einem gewissen Grade und werden nicht selten wie das Blastem resorbirt.

Die vollkommene Ausbildung wenigstens einer endogenen Zelle (der sekundären) scheint für diejenigen Zellen, die zu zusammenhängenden Geweben vereinigt sind, unerläfslich zu sein, wenn sie auch noch nicht überall gesehen worden ist. Diese innere Zelle scheint besonders produktiv zu sein, während die äufsere ausgebildete vielleicht zur Leitung der Nahrungsflüssigkeit (zur Imbibition, Diosmose etc.) geeigneter ist. Die erstere in der alle Sekretionszellen entstehen, erlangt durch Intussusception oft einen bedeutenden Umfang, z. B. die Holz- und vielleicht auch die Knorpelzellen, so dafs sie dann die Hauptmasse des Organismus bilden. Die dritte endogene Generation von Vegetationszellen, von R. Brown Zellkern genannt, wird gewöhnlich in ihrer Entwickelung gehemmt. Nicht selten sehen wir aber auch sie vollständig entwickelt, z. B. mehrere pathologische Vegetationen von Zellen, das Ei, die Zellen in den Antherenfächern, die Drüsenzellen u. s. w.

Der ins Innere der Zelle hinein abgesonderte Stoff, die Bildungsflüssigkeit für folgende Generationen, geht in der vom Organismus getrennten Zelle, wenn er mit Wasser mischbar ist, Diffusion oder Endosmose mit demselben ein. Die Membran der Zelle dehnt sich nämlich allmählig aus und wird durchgänglicher, während der Zellinhalt theils aufgelöst, theils coagulirt wird. So verhält sich die aus dem lebenden Organismus herausgenommene Zelle; ob aber dieser chemische Prozefs im ungestörstörten Organismus ebenfalls Statt finde, ist zweifelhaft und kann nicht an allen Geweben beobachtet werden. Die einfacheren Pflanzengattungen thun dar, dafs er bei ihnen nicht vorkommt.

Nichts desto weniger leitet Schleiden von diesem chemischen Prozesse den Anfang der Zelle her. Er läfst den Zellkern durch Attraktion sich aus dem schleimigen Blastem gestalten und um diesen durch verstärkte Attraktion eine dichtere Blastemschicht, die Zellhaut nämlich entstehen: dann komme Endosmose dazu, welche die eben gebildete Zellhaut vom Cytoblast abhebe. Die Theorie dieses Vorganges ist mir jedoch völlig unklar und kann ich sie mir weder nach chemischen noch nach physikalischen Gesetzen erklären. Der Cytoblastus, der diffusionsfähig ist, folgt nicht

centrum paullatim dilueretur, sed non modo integer remanet, quin etiam densior membrana in hac circumdante materia insolubilis oritur, quod non ut crederes nucleum plane defendit a vi extrinsecus agente, contra — tum utraque materia diffunditur, et membrana, ut ex Schleidenii descriptione elucet ad efficiendum hunc processum necessaria est.

Ne vero lectorem benevolum nimis fatigem, observationibus de ratione, quam in cellis formandis instituit natura, finem jam hoc loco faciam; quod si in aliqua re errore lapsus sum, ut magnis rei difficultatibus excuser rogo. Quas in multis diversis telis repetii observationes summam hanc praebuerunt:

1) Omnis cellae formatio originaria est intra vividum organismum, cella dissepimentis longitudinalibus aut transversalibus aut proliferatione in duo nova individua non disjungitur.

2) Cellae evolutio non pendet ab antecedente solidi nuclei formatione, sed ratione quadam quae physicis legibus explicari nequit ex liquore homogeneo oritur.

3) Cella vivit i. e. inclinationi materiae ipsam constituentis, cum alia materia heterogenea homogenei aliquid efficiendi resistit; intussusceptione crescit, ideam totius organismi sequens diversas formas accipit et in interiore parte chemicis viribus, saepe proprias materias secernit. Ex organismo remota vires circumcludentis materiae, quae physice et chemice agunt, sequitur h. e. mortua est.

4) Quaevis organismi pars elementaria, cella q. d. elementaria, ex endogenearum cellarum cellarum serie constat; membrum, quod interdum huic cellarum seriei interjicitur, est secretionis cella.

5) Organismus potentia ex uno tali cellarum systemate — reproductionis cella — actu e cellarum seriebus aggregatis (quarum unaquaeque ipsa reproductionis cella esse potest) nunquam ex simplici cella constat.

seiner Neigung, sich mit der umgebenden Masse zu vermischen, so dafs er von aufsen her allmählig aufgelöst würde! Aber er bleibt nicht blofs unversehrt, sondern eine noch dichtere in der umgebenden Materie unlösliche Haut entsteht sogar auf seiner Oberfläche und schützt unglaublicher Weise den Zellkern gegen äufsere Einwirkungen! Nun im Gegentheil diffundiren beide Stoffe und die neue Membran ist, wie aus Schleidens Darstellung erhellt, zur Verwirklichung dieses Vorganges nothwendig.

Meine oben erörterten Beobachtungen ergeben also folgende Hauptsätze:

1) Alle Zellbildung ist ein ursprünglicher Gestaltungsprozefs innerhalb des lebenden Organismus. Die Zellen entstehen nicht durch Querwände oder durch Sprossenbildung schon vorhandener.

2) Die Entwickelung der Zelle ist nicht durch die vorhergehende Bildung eines festen Zellkernes bedingt; sie entsteht auf eine, zur Zeit durch physikalische Gesetze nicht zu erklärende Weise aus einer homogenen Flüssigkeit.

3) Die Zelle lebt, d. h. sie widersteht der Neigung des Stoffes aus dem sie besteht, mit anderen heterogenen Stoffen neue Verbindungen einzugehen; sie wächst durch Intussusception, nimmt, der Idee des ganzen Organismus entsprechend, verschiedene Gestalten an und sondert im Innern oft chemisch gleichartige eigenthümliche Stoffe ab. Vom Organismus getrennt, unterliegt sie den physikalischen und chemischen Einflüssen der umgebenden Materie, d. h. sie ist todt.

4) Jeder Elementartheil des Organismus, d. h. jede Zelle, besteht aus einer Reihe endogener Zellen; ein Glied, welches in dieser Reihe öfter eingeschaltet ist, ist die Sekretionszelle.

5) Der Organismus besteht der Möglichkeit nach aus einem solchen System von Zellen: der Reproductionszelle; der Wirklichkeit nach aus aneinander gefügten Reihen von Zellen (von denen jede einzelne eine Reproduktionszelle sein kann) niemals aus einer einfachen Zelle.

Eine Kritik dieser Abhandlung findet sich in der botanischen Zeitung 1844 p. 284 von Mohl, die jedoch —, veranlafst höchst wahrscheinlich durch die für den Gegenstand unpassende lateinische Sprache, in der die Abhandlung geschrieben war, — voller Mifsverständnisse ist, was mich um so mehr bewog, neben dem unveränderten Abdrucke derselben eine Uebersetzung (da der Urtext nicht mehr vorhanden ist) zu geben.

Explicatio imaginum.

Tabula I.

Fig. 8. Pollinis Philadelphi coronarii evolutio (lineae adscriptae magnitudinem alabastri praebent). a. b. c. evolutio collenchymatis; h. i. membrana externa collenchymatis resorpta est.

Fig. 9. Cellae porosae parenchymatis Hoyae carnosae evolutio. a. ex internodio ultimo apicis rami; b. ex internodio paenultimo, hujusce anni; c. d. ex indernodiis inferioribus anni antecedentis.

Fig. 10. Parenchyma perigonii Hyacinthi orientalis. a. b. evolutionem secretionis cellarum pigmenti caerulei (*α*) praebet; c. pars perigonii evoluti caerulei alcohole tractata membranas cellarum endogenearum ante oculos ponit; *α*. secretionis cella; *β*. cella secundaria vegetationis; *γ*. cella primaria vegetationis; *δ*. cella tertiaria vegetationis (nucleus s. d.).

Fig. 11. Parenchymatis folii Hyacinthi sectio transversalis. *α*. cella secundaria vesiculas chlorophylli continens e cella materna primaria (*β*) erupta.

Fig. 12. Evolutio parenchymatis perigonii Tulipae sylvestris — 1) cuticula. — a. Flos in bulbo inclusus. b. Perig. adhuc viride vesiculas chlorophylli continens. c. Perig. flavescens colorat. *α*. vesiculae pigmenti flavi, *β*. vesiculae pigmenti viridis (ambae in cellis secundariis inclusae).

Fig. 13. Glandulae Holostei umbellati evolutio.

Tabula IIb.

Fig. 1. Chordae dorsalis gyrini pars. *α*. cella primaria materna; *β*. cella secundaria endogenea (nucleus s. d.); *γ*. cella tertiaria (nucleolus s. d.)

Fig. 2. Formatio pennae. a. pars calami; *α*. cellulae minimae (nuclei s. d.); *β*. cellae excultae iis epidermidis similes; b. formatio pinnulorum.

Fig. 3. Vegetationes cellarum hepatis. a. Anodontae piscinalis; b. Limacis agrestis; Paludinae viviparae; Astaci fluviatilis.

Fig. 4. Cellae pigmenti nigri gyrini. a. formatio prima vesiculae pigmenti in cellis secundariis contentae; b. formatio altera, evolutionem vegetationis cellarum tertiarum *α* ante oculos ponens; c. formatio cellarum asteriformium s. dict.; *α*. cella tertiaria.

Fig. 5. Ovarium Bombycis Mori. a. pluries auctum; b. apex tubuli quingenties aucta; *α*. tunica externa; *β*. canalis centralis primordia ovorum continens; c. pars tubuli ova magis evoluta continens.

Die
Vegetationsorgane der Palmen.

Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie und Physiologie.

Schriften der Berliner Akademie der Wissenschaften 1847.

(Hierzu Tafel IV—XII.)

I.

Die Keimung.

Das unbefruchtete Eichen aller Palmen, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte (verschiedene Arten der Gattungen *Chamaedorea, Oenocarpus, Iriartea, Geonoma, Bactris, Guilielma, Cocos, Klopstockia* und *Martinezia*) enthält, in dem von einer einfachen Hülle umgebenen Kern, einen Keimsack, der zur Zeit der Befruchtung den gröſsten Theil des Kernes einnimmt und mit einer Flüssigkeit angefüllt ist. An den Wandungen dieses Keimsackes beginnt die Bildung von Zellen, wodurch die Höhlung mit einem Gewebe ausgekleidet wird, das durch fortdauernde Vermehrung diese immer mehr einengt, bei den meisten Arten sie endlich ganz ausfüllt. Zu der Zeit des Eintretens des Pollenschlauches in dies Gewebe ist die Haut des Keimsackes nicht mehr deutlich zu erkennen, sie liegt zwischen dem Gewebe des Kernes und dem jetzt neu entstandenen Gewebe des sich bildenden Eiweiſses. Die Vermehrung dieses letztern geschieht durch das wiederholte Entstehen von Zwillingszellen im Innern der Vorhandenen. Sehr deutlich sah ich dies bei einer Frucht der *Iriartea praemorsa* Kl. in der das Wachsthum der Gewebe verlangsamt zu sein schien. Auf der vierten Tafel habe ich dies Gewebe (1. *d'*) gezeichnet, es hält hier mit der fortdauernden Bildung von Zellen ihr Wachsthum nicht gleichen Schritt, man sieht aus diesem Grunde, und weil die in den Zellen abgesonderte Flüssigkeit durchsichtiger ist wie gewöhnlich bei den sogenannten Zellkernen, mehrere Generationen von Zellen zu zweien in einander eingeschachtelt.

Der Pollenschlauch, der bei den Palmen die an beiden Seiten mit Zellgewebe belegte Haut des Keimsackes durchwachsen muſs, um in das Innere desselben zu gelangen, vergröſsert sich sehr langsam durch Vermehrung der in seiner Spitze gebildeten Zellen, umgeben von dem mit einer hellen Flüssigkeit angefüllten Gewebe des Eiweiſses[1]). Man erkennt noch lange das hintere in dem Gewebe des Kernes liegende

[1]) Schon bevor ich diese Untersuchung begann, glaubte ich mich durch Beobachtungen der Veränderungen des Pollenschlauches von Pflanzen aus den verschiedensten Familien, z. B. an der *Monoclea Forsteri* Hook., *Langsdorffia Moritziana* Kl. et Kart., *Anthurium tovarense* Kl. et Kart., *Mangnifera indica* L., *Zamia muricata* Willd. etc. überzeugt zu haben, daſs der Keimling, wie Schleiden es zuerst angab, unmittelbar aus dem in demselben entstehenden Zellgewebe sich hervorbilde. Vergebens verwendete ich viele Zeit darauf, auch von den Palmen die voll-

Ende des Pollenschlauches, das allem Anscheine nach sich unmittelbar in das keulenförmig angeschwollene Ende, die Anlage des Keimlings, verlängert. In der Taf. IV. Fig. 1. gezeichneten Frucht vermehrt sich das Gewebe des Keimlings nicht so gleichförmig wie das mehr lockere, der Keimsackflüssigkeit zugänglichere, von dieser vielleicht gleichförmiger durchtränkte Gewebe des Eiweifses; es enthalten hier einzelne Zellen einen Zellkern, in dem ein oder mehrere Bläschen sich befinden, während andere danebenliegende zwei, vier und wie es scheint auch drei Tochterzellen bergen, die mit einer körnigen, Bläschen enthaltenden Flüssigkeit gefüllt sind. Fig. 1 *f'* stellt dies Zellgewebe der Anlage des Keimlings der *Iriartea praemorsa* in 250facher Vergröfserung dar.

Die stärkste Zellenvermehrung dauert an der Spitze dieses Körpers fort, wobei es dort, wo ein grundständiger Keimling vorkommt, wie bei *Oenocarpus, Iriartea, Klopstockia, Cocos* etc. Regel zu sein scheint, dafs diejenige Seite der Spitze, die der Blumenaxe zugewendet ist, vor der nach aufsen gewendeten bevorzugt ist, durch welche einseitige Bildung ein allmähliges Ueberwachsen derselben über die nach dem Umkreise gewendete Seite hervorgebracht wird; der auf diese überwachsene, dann sehr in der Entwickelung zurückbleibende Theil der Anlage des Keimlings besteht aus einem kleinzelligen Gewebe, dessen sehr zarte und durchsichtige Häute eine gelblich gefärbte trübe Flüssigkeit einschliefsen, während der stärker sich ausdehnende Theil sich in ein Parenchym mit festeren Häuten umändert und nur an der Oberfläche, besonders an der Spitze in der Zellenvermehrung verharrt. Es stellt dieser, so durch stärkere Entwickelung der Axenseite der Keimanlage gebildete Theil das erste blattartige Organ der jungen Pflanze dar, dessen Entstehen und dessen Ausbildung jedoch nicht immer so deutlich zu erkennen ist, wie ich es zuweilen sah, und Taf. IV. Fig. 2 *f'* gezeichnet habe. Zu dieser Zeit enthielt der halb ausgewachsene Keimling durchaus keine Spiralfasern oder sonstige Andeutungen von Holzgewebe, doch war die Grundlage des letzteren, eine cambiale Schicht die von der Gegend des ersten Erscheinens des Saamenlappens d. h. von seiner jetzigen Basis bis in die Spitze desselben, ein mittleres Parenchym von einer geringen Rindenschicht trennte, vorhanden. (In Taf. IV. Fig. 3 *f'* γ dieselbe Schicht, doch schon mit Spiralfasern). In

ständige Reihe von Entwickelungsstufen der ersten Anlage des Keimlings zu erhalten, da die Verhältnisse für diese Beobachtung hier besonders ungünstig sind; es kam mir indefs bei diesen Untersuchungen nichts vor, das eine andere Auffassungsweise dieser Erscheinungen nothwendig gemacht hätte.

Erst nach Beendigung dieser Arbeit zeigte mir mein Freund Klotsch seine Zeichnungen über die Befruchtung der Orchideen, die allerdings zu Gunsten der von Brongniart, Amici, Robert Brown u. A. m. vor Schleiden ausgesprochenen Ansicht entscheiden, wie es auch bald darauf von Amici und Mohl in der botanischen Zeitung gleichfalls dargelegt wurde. Die Beobachtungen dieser verschiedenen Forscher würden mich für die Palmen über die Entstehung des Keimlings zweifelhaft machen können, wenn ich nicht bei Pflanzen anderer Familien mich von der Richtigkeit der Schleiden'schen Beobachtungen überzeugt hätte.

Soviel ist durch alle diese Beobachtungen gewifs, dafs nur in Folge der Wechselwirkung der Pollen- und Keimsack-Zelle sich die Anlage des Keimlings bilden kann. Auf meine Beobachtungen und auf die Gründlichkeit der genannten Anatomen vertrauend, scheint es mir, dafs Meyen das Richtige getroffen hat, indem er an die Aehnlichkeit der Copulation der Conferven mit dem Vorgange der Befruchtung der vollkommneren Gewächse erinnert und dafs seine Beobachtungen von wirklicher Verwachsung der Pollen- und Keimsack-Zelle und Vereinigung ihrer Höhlungen den Mittelpunkt aller verschiedenen Erscheinungen bilden, von dem abweichend, bei nicht erfolgender so vollständiger Vereinigung, einerseits in der Pollenzelle andererseits in dem Keimsacke, je nach der chmischen Beschaffenheit ihres Inhaltes, die Anlage der jungen Pflanze erzeugt wird; was denn für jede einzelne Art oder Gattung oder Familie durch die Beobachtung festzustellen wäre. —

diesem Zustande ist der Keimling rings von Eiweifs umgeben, von dem Rest des Pollenschlauches ist nichts mehr zu entdecken. Die Eihaut, aus verdickten gestreckten Zellen bestehend, ist über ihm zusammengewachsen; sie läfst an der Stelle des Eimundes nur eine sehr kleine Oeffnung in der Gegend des künftigen Würzelchens, wie bei der *Chamaedorea:* oder bildet hier, dadurch dafs sie im Umkreise derselben, abgesondert von den übrigen Zellen verholzt, eine kleine Scheibe, die von dem später beim Keimen hervordringenden Würzelchen als Deckelchen abgestofsen wird, wie bei der *Bactris,* ähnlich dem bei einigen Aroideen und Scitamineen schon von Gärtner beschriebenen Verhältnisse. Die Höhlung des Keimsackes ist zu dieser Zeit bei der *Iriartea,* wie bei allen übrigen untersuchten Gattungen mit Ausnahme von *Cocos,* in der Regel gänzlich durch Gewebe angefüllt; das dem Keimling zunächst angrenzende besteht aus Zellen mit durchsichtigen Häuten, die einen klaren, flüssigen Inhalt mit kleinen, sehr scharf begrenzten, undurchsichtigen Kernen einschliefsen (Taf. IV. Fig. 2*d'*). Durch wässerige Jodlösung wie durch Eisenchloridlösung wird die Flüssigkeit feinkörnig und dunkler gefärbt. Etwas weiter von dieser Stelle entfernt finden sich sehr durchsichtige Bläschen innerhalb sehr zarter Tochterzellen, in der etwas vergröfserten Mutterzelle, welche Bläschen fast nur nach Hinzufügung von Jod- und Eisenchloridlösung deutlich hervortreten, indem sie durch ersteres gelb, durch letzteres grünlich-schwarz gefärbt werden, ihr Inhalt also wahrscheinlich eine gerbsäurehaltige Flüssigkeit ist. An diese Zellen grenzen andere von drei- bis vierfacher Gröfse deren Wandungen punktirt verdickt sind; zum Theil sind die sogenannten Porenkanäle durch dieselben Mittel noch dunkel zu färben, durch die jene in der Tochterzelle enthaltenen Bläschen gefärbt werden; es sind darnach auch hier wahrscheinlich diese Bläschen die Ursache einer theilweisen Verdickung der Zellhaut, der sie ankleben. Diese Häute, die im reifen, trocknen Samen sehr hart werden und dem Gewebe des Eiweifses die Eigenschaften des „hornigen" ertheilen, werden weder durch Jod- noch durch Eisen-Lösungen, noch durch verdünnte Schwefelsäure gefärbt, noch ruft Jod nach Einwirkung der Schwefelsäure die blaue Farbe hervor. —

Auf der dem Samenlappen entgegengesetzten Seite des Keimlings in seinem unteren dem Eimunde zugewendeten Ende, findet gleichfalls eine Sonderung der Gewebe statt; doch hier nicht bei gleichzeitig vorherrschendem Wachsthum einer Stelle der Oberfläche unterhalb der Spitze, sondern allein durch Umbildung des mittleren Cambium's und der oberflächlichen Schicht desselben in Parenchym, wodurch in diesem Gewebe von dem Cambium nur ein diese beiden Schichten trennender Kegelmantel übrig bleibt. Auf diese Weise ist die Anlage zur ersten Wurzel gegeben, die durch Neubildung von Zellen in der Spitze des cambialen Kegelmantels vergröfsert wird. Vor dieser Spitze findet sich in dem reifen Samen eine Zellengruppe, die durch Form und Inhalt an ein Gewebe erinnert, das sich an der Rindenseite des Holzcylinders in dem Stamme der Monocotylen dort bildet, wo die Anlage einer Wurzeln entsteht. Diese Schicht überdeckt wie ein Schirm die Spitze des Cambium Kegels der noch in dem Eiweifs *(Chamaedorea)* oder wenigstens innerhalb der Samenschale enthaltenen Wurzelanlage; sie besteht aus weiten Zellen, die in einer hellen Flüssigkeit, die durch Jod gelb gefärbt wird, einen scharf begrenzten Zellkern enthalten; fast immer ist sie noch von einer geringen Zellenschicht, die als Fortsetzung des Samenlappen betrachtet werden kann, bedeckt und dadurch von dem Eiweifse

und der Samenschale getrennt; welche Zellenschicht bei dem Keimen des Samens durchbrochen wird, sich gleichzeitig mehr oder weniger ausdehnt und dann die Wurzel als Scheide *(coleorrchiza)* umgiebt (Taf. IV. 4 c.). Nur drei Palmen sind mir bisher bekannt geworden, bei denen sich dies Verhältnifs nicht findet, wo diese zur Wurzel gehörende Zellengruppe unmittelbar die Oberfläche des Keimlings bildet und sich seitwärts in das Gewebe des Samenlappens fortsetzt, so dafs bei der Keimung dies nicht durchwachsen wird und keine Wurzelscheide entsteht, es sind dies die Gattungen *Sabal, Phoenix* und *Hyphaene,* ausgezeichnet durch die bedeutende Verlängerung des Samenlappenstieles während der Keimung; doch werden sich bei einer genaueren Beachtung dieses Gegenstandes gewifs noch mehrere hierin diesen dreien ähnliche Arten finden[1]. Wir werden später, bei der Betrachtung der ausgewachsenen Wurzel, Thatsachen kennen lernen, die es wahrscheinlich machen, dafs dasjenige Gewebe derselben, dem ich diese äufserte Zellengruppe des Würzelchen vergleiche, dazu diene die Aufnahme der Nahrungsstoffe aus der unorganischen Natur zu vermitteln; bei der Keimung des Samens hat wohl diese eben betrachtete Zellengruppe eine ähnliche Bedeutung für die Ernäherung des Keimlings, höchst wahrscheinlich wird durch die eigenthümliche Thätigkeit dieser Zellen die Verflüssigung und Aufsaugung der vor dem Würzelchen befindlichen Gewebe möglich gemacht, so wie die innerhalb der Rinde entstehenden Wurzeln ähnlich auf das Gewebe dieser wirken. (Siehe Taf. VIII. Fig. 6, 7, 8).

In dem reiferen Samen der S. 81 genannten Palmen finden wir also einen Keimling, dessen Spitze überwachsen ist von einer seitlich sich von seiner Oberfläche erhebenden Wulst, dem Samenlappen, während die entgegengesezte Spitze sich in das Würzelchen verlängert; sowohl in diesem Würzelchen, wie in dem Saamenlappen ist das parenchymatische Gewebe durch eine cambiale Zellenschicht in Mark und Rinde gesondert. In der Wurzel endet die Spitze dieser, einen Kegelmantel bildenden Cambiumschicht in ein grofszelliges Gewebe, das nur zum Theil zur Zellenvermehrung beiträgt; in dem Samenlappen fällt die Spitze dieses Cambium-Kegels mit der Spitze des Samenlappens selbst zusammen. Von der ursprünglichen Spitze des Keimlings aus, an der sich inzwischen noch einigemal ähnliche Vorgänge wie die Bildung des Samenlappens wiederholten, nehmen Spiralfasern ihren Anfang, die aus den Zellen des Cambium-Kegels sich bildend, in dem Umkreise dieses vertheilt, sowohl in dem Würzelchen wie in dem Samenlappen, einzeln stehen und die Grundlage von Holzbündeln geben, die sich später in diesen Organen finden. In dem Samenlappen laufen diese Holzbündel nicht immer parallel, sondern verzweigen sich häufig dort, wo der Umfang desselben gröfser wird. Während der Keimung vergröfsert sich der Samenlappen nun immer mehr durch Bildung neuer Zellen in seiner cambialen Spitze und durch Umformung derjenigen Zellen des Cambium-Kegels, in grofszelliges Parenchym die nicht den Holzbündeln sich anreihen. Dies letztere enthält in einiger Entfernung von dem Orte seiner Bildung, in der Mitte des ganzen Organs, einen flüssigen klaren Inhalt dessen Farbe durch Jod nicht verändert wird und einen deutlich sichtbaren Zellkern mit Kernkörperchen; die Zwischenzellräume sind mit Luft angefüllt, während in der Nähe des Cambiums die Parenchymzellen, sowohl Stärke ent-

[1] Kunth macht in seinem Lehrbuch der Botanik p. 109 schon darauf aufmerksam, dafs nicht allen Monocotylen die *coleorrhiza* zukommt.

halten, wie eine körnige Flüssigkeit, die sich durch Jod gelb färbt. Während dieser bei der Keimung erfolgenden Vergröfserung des Samenlappens werden die Zellen des Eiweifses gänzlich verändert. Statt der früher stark verdickten, punktirten Wandungen, sieht man jetzt hier sehr helle, zarte Zellhäute die, während der Ausdehnung des Samenlappens der endlich ganz die Stelle des Eiweifses einnimmt, gleich den Epidermal- und Epithelial-Zellen des thierischen Organismus plattenartig zusammengeprefst und auch wohl zum Theil aufgelöst werden, wofür die geringe Anzahl dieser Zellenreste im Vergleich mit den früher im Eiweifse vorhandenen spricht. Der Zwischenraum zwischen den, noch in der eigenthümlichen Form bestehenden Eiweifszellen und dem immer mehr sich vergröfsernden Samenlappen ist mit einer Schicht solcher zusammengeprefsten, ihres Inhaltes und ihrer verdickten Membranen beraubten Zellen ausgekleidet. Die zunächst diese Schicht begrenzenden Zellen des Eiweifses besitzen noch fast die frühere Form; doch sind sie weniger scharf eckig, wefshalb sie nicht mehr so aneinander liegen, sondern sich Zwischenzellräume gebildet haben, die mit Saft angefüllt sind. Die Zellwand selbst hat an Dicke sehr abgenommen, je nach der Entfernung von dem Samenlappen mehr oder weniger. Die Haut der sekundären Zelle ist von der äufseren Zelle getrennt und hat sich zusammengezogen (Taf. IV. Fig. 4 *d'*), hier ist diese letztere noch etwas verdickt, doch es sind keine Porenkanäle mehr zu erkennen; dieser Zustand, sowie derjenige der benachbarten Zellen, spricht dafür, dafs hier nicht nur die zweite (innere), sondern auch die erste (äufsere) Zellhaut verdickt ist, was auch mit den durch chemisch wirkende Stoffe hervorgerufenen Erscheinungen übereinstimmt. Auch der sogenannte Zellkern scheint während dieser Verflüssigung des Zelleninhaltes und der Wandung thätig zu sein, vielleicht zu dieser Stoffumwandlung durch sein Wachsthum mit beizutragen, es vergröfsert sich diese dritte Zelle jetzt etwas und füllt sich überdies mit einer trüben, feinkörnigen Flüssigkeit, die durch Jod eine ähnliche dunkelgelbe Farbe annimmt, wie es bei fetten Oelen und Harzen der Fall ist.

In dem Samenlappen der ***Klopstockia*** sind die Zellen zu dem „lungenförmig" genannten Gewebe geordnet, nur die Oberhaut bildet eine zusammenhängende Schicht und grenzt an die entleerten, plattenförmig-zusammengedrückten Zellen des Eiweifses, auf welche die noch unveränderten, strahlich nach dem Mittelpunkte des Samens gerichteten Eiweifszellen senkrecht stehen. Aus dem Verflüssigungsproduckte dieses hornigen Gewebes ernährt sich also das lungenförmige Parenchym des Samenlappens durch Vermittelung der Epidermalschicht desselben, in deren Zellen eine schleimiggummiartige Flüssigkeit enthalten zu sein scheint; sie wird durch Jod gelb, durch Ammoniak grün gefärbt, ähnlich wie die später zu beschreibenden Zellen der Wurzelmütze; sie enthalten ferner Oel- und Stärke-Bläschen. Der flüssige Inhalt der Zellen des lungenförmigen Parenchyms wird durch die angegebenen Reagentien nicht gefärbt. In dem Samenlappen der ***Phoenix*** finden sich gleichfalls grofse Zwischenzellräume, doch hier in Form von Kanälen; später, nachdem die Zellen selbst von Flüssigkeit entleert sind und Kohlensäure enthalten, findet sich in diesen Zwischenzellräumen eine Luftart, die durch Ammoniak- und Baryt-Lösung nicht aufgesogen wird. —

Bei der Keimung des Samens verlängert sich nun das untere dem Samenmunde zugewandte Ende des Keimligs, in welchem das Keimknöspchen und die Anlage zum

Würzelchen sich befindet, wodurch beide aus der Samenschale hervorgedrängt werden, und ein längerer oder kürzerer Stiel, des im Eiweifse eingeschlossen bleibenden Samenlappens gebildet wird (der z. B. bei der *Hyphaene Petersiana* Kl. eine Länge von einem Fufs und darüber erreicht). Aus der unteren Spitze des Keimlinges bricht die erste Wurzel (Pfahlwurzel der Dicotylen) bei der *Iriartea, Oenocarpus, Geonoma, Bactris, Chamaedorea, Cocos, Martinezia* hervor oder sie verlängert sich unmittelbar in diese, wie es bei der *Sabal, Hyphaene* und *Phoenix*[1]) beobachtet wurde: während aus der seitlichen Oeffnung dieses Stieles, dem eigentlichen Grunde des Samenlappens, das sich entfaltende Keimknöspchen hervorwächst (Taf. IV. Fig. 4 und 6).

Schon vor der Keimung zeichnet sich in dem Grunde der Keimknospe, ähnlich wie nach den beiden Enden des Keimlings hin (in der Mitte des Würzelchens und des Samenlappens) ein parenchymatisches Zellgewebe aus, das von dem Cambium-Kegel beginnend, die Mitte desselben einnimmt. In diesem Gewebe verharren einzelne Reihen von Cambium in diesem Zustande, wodurch die cambiale Schicht der Keimknospe und die unterdefs entstandenen jungen Blattanlagen mit jenem Cambium-Kegel in Verbindung gesetzt werden (Taf. IV. Fig. 3 *f''z*). Während der Keimung beginnt nun gleichfalls in diesen Cambium-Bündeln, ebenso wie früher in den Cambium-Kegeln des Würzelchens und Samenlappens, von dem Knospengrunde aus, die Bildung von Spiralfasern, die sich nach der Spitze der Keimknospe hin in die Blattanlagen hineinverlängern mit denen die Cambiumbündel in Verbindung stehen. Nach dem durch die Verlängerung des Samenlappenstiels bewirkten Austritt des Keimknöspchens aus der Samenschale, wird die Bildung dieser Spiralfasern bedeutend beschleunigt. Auch der Rand des Samenlappens, der die hervortretende Keimknospe umgiebt, verlängert sich nach dem Hervorbrechen aus der Samenschale; in ihm enden zum Theil die Spiralfasern, die in dem stets sich vergröfsernden Samenlappen, wie früher beschrieben, sich verbreiten.

Alle Holzbündel der ersten Blätter nehmen von diesem Knospengrunde ihren Anfang, während aus der Spitze des von ihm sich erhebenden Kegelmantels von Cambium-Gewebe die Anlagen neuer Blätter gebildet werden. Bei den verschiedenen Arten ist es verschieden, wie lange die Blattbildung der jungen Pflanze in der Nähe des Knospengrundes ohne Verlängerung der Zwischenknoten fortbesteht, bei der *Iriartea* tritt diese bald ein, wodurch die Blätter von einander entfernt werden und die Stammbildung eingeleitet ist: bei allen übrigen Palmen, die ich in der Entwickelung beobachtete, dauert die Bildung neuer Blätter ohne Ausdehnung der Zwischenknoten sehr lange fort, die Stammbildung ist natürlich auch hier eingeleitet, doch durch die Kürze der Zwischenknoten derselbe von so unbedeutender Länge, dafs er sich nicht über die Erdoberfläche erhebt. Es nimmt indessen mit jedem neuen Blatte sein Durchmesser zu, wodurch er bei diesen Pflanzen anfangs die Form eines umgekehrten Kegels annimmt, die erst dann in die Cylinderform übergeht, wenn er den dem Stamme eigenthümlichen Durchmesser erhalten hat; während bei der *Iriartea* jeder Zwischenknoten einen fast cylindrischen sehr langen umgekehrten Kegel bildet, wodurch schon die jungen Pflänzchen einen Stamm erhalten, der natürlich auch hier mit jedem spä-

[1]) Das Wachsthum des durch eine kleine Gruppe von Cambium-Zellen angelegten Würzelchens beginnt hier erst, nachdem der Samenlappen sich schon um mehrere Zolle verlängert hat und die Ausbildung des von dem Samenlappen umhüllten Keimknöspchens bedeutend vorgeschritten ist. —

teren Knoten an Dicke zunimmt*). Dieser Zunahme des Durchmessers des jungen Stammes der *Iriartea* entspricht entspricht eine aus den Knoten stattfindende Wurzelbildung. Mit jedem Auftreten einer neuen Wurzel nimmt auch der oberhalb derselben befindliche Stammtheil zu, so erscheint der untere Theil desselben bei der *Iriartea* fast als Cylinder, während er bei den übrigen genannten Palmen fast scheibenartig oder als sehr stumpfer Kegel auftritt. Bei letztern entstehen die meistens nicht sehr dicken Wurzeln (1‴ bis 3‴ Durchmesser haltend) unterhalb der Bodenoberfläche, bei der *Iriartea* dagegen nehmen schon die ersten, aus dem Stamme entstehenden Wurzeln in einiger Höhe oberhalb der Erde ihren Anfang und wachsen in schräger Richtung in den Boden, wodurch die von den verschiedenen Seiten gebildeten, wie die Stützen des senkrechten Stammes erscheinen. Bei den verschiedenen Arten der *Iriartea* ist in der Stammhöhe eine Grenze, oberhalb welcher nur ausnahmsweise noch Wurzeln gebildet werden; aus dieser Gegend entstehen dann in der Regel alle nach den verschiedenen Seiten gerichteten Wurzeln des erwachsenen Stammes. Bei der *Iriartea praemorsa* Kl., deren Stamm einen Durchmesser von 3 Zollen besitzt, befindet sich diese Ursprungsstelle der 0″,5 bis 1″,0 dicken Wurzeln gegen 3 Fuſs von dem Boden; bei der *Iriartea excelsa* dagegen, die ich auf den Bergen, die das Thal von Valenzia von der Küste trennen, fand, deren Stamm bei einer Höhe von 80′ fast einen Fuſs im Durchmesser besitzt: nehmen die 2″—3″ dicken Wurzeln in einer Höhe von 6—10 Fuſs von dem Boden ihren Anfang und tragen so auf ihrer Spitze, den die übrigen Bäume des Gebirgskammes oft weit überragenden, der Gewalt der stärksten Winde trotzenden Stamm[1]).

Eine sehr merkwürdige Erscheinung in dem Wachsthume der jungen Palmen bietet die *Klopstockia* dar, indem hier, durch einseitige stärkere Vermehrung des Gewebes der Zwischenknoten und Blattstiele, die Gipfelknospe des Stammes nicht aufwärts, sondern abwärts gerichtet ist; sie steht immer an einer Seite des Endes des nach unten wachsenden Stammes, an dessen entgegengesetzter Oberfläche die Wurzeln hervorkommen. Da die Blätter nun, trotz dieser Wendung des Stammes nach unten, aufwärts gerichtet sind, so krümmen sich alle, bald nach ihrer Trennung vom Stamme, in dieser Richtung und die abwärts sich ausdehnende Knospe durchbricht die eine Seite aller Blattstielbasen. Vergebens bemühte ich mich bisher irgend ein abweichendes Verhältniſs in dem Baue der Gewebe aufzufinden, das als Fingerzeig für den Grund dieser merkwürdigen Erscheinung hätte dienen können; es wird wohl der Zeit aufbehalten sein hierüber Vermuthungen aufzustellen, der eine gründlichere Bekanntschaft mit den chemisch verschiedenen Stoffen des Pflanzenkörpers zu Gebote steht, wie sie uns überliefert ist und diese wird erst dann zu hoffen sein, wenn eine richtigere Ansicht über die Assimilations- und Wachsthumserscheinungen der einzelnen Zellen und der einfachen Gewebe verbreitet ist wie sie jetzt noch sich geltend macht. — Ganz denselben Vorgang wie bei der *Klopstockia* beobachtete ich bei

*) (Vergl. Flora Colum. Tom I. Tab. LIV.)

[1]) Man erkennt hieraus das Irrthümliche der Ansicht derjenigen, die da glaubten diese Ursprungsstelle der Wurzeln der erwachsenen Palmen sei anfangs die auf dem Boden ruhende und durch später erfolgte Ausdehnung dieser Wurzeln in die Höhe gehobene Stammbasis. Diese Beobachter übersahen die von dem dicken Stamme nach unten gehende dünnere Verlängerung desselben, die mit ihren kleineren Wurzeln meistens auch bei angewachsenen Palmen noch sich vorfindet.

der *Sabal minor* und von der *Sabal mexicana* hat Martius schon in seinem schönen Werke über die Palmen diese auffallende Bildung beschrieben und durch ausgezeichnete Abbildungen Taf. V. Fig. 1—7 veranschaulicht*). —

II.

Bau des Palmenstammes.

Die ersten Untersuchungen über den Bau des Palmenstammes von Daubenton 1791 waren es, die lange Zeit über die Wachsthumsweise dieser Pflanzenfamilie eine irrige Ansicht verbreiteten, wie sie auch die späteren Beobachter der verwandten Familien verleiteten dort ähnliches zu sehen. Desfontaines wie Decandolle wurden durch diesen Irrthum und die darauf gestützte entsprechende Theorie über das Wachsthum der Monocotylen Pflanzen zu einer Eintheilung des Gewächsreiches veranlafst, die erst durch Mohls berühmtes Werk: „*de palmarum structura* **1830**" als unhaltbar nachgewiesen wurde. Mohl zeigte in diesem zuerst, durch umfassende und genaue Untersuchungen des Palmenstammes, dafs die von Daubenton und Desfontaines geltend gemachte Ansicht, die Holzbündel des Stammes der Palmen und der übrigen Monocotylen entständen im Mittelpunkt des Markes und verliefen von dort nach oben und aufsen in die Blätter, in der Natur nicht begründet sei; er zeigte, dafs vielmehr die Holzbündel, wenn man sie von den Blättern aus in das Mark verfolgt habe, von dort wiederum abwärts verlaufend sich nach dem Umkreise des Stammes wendeten und dafs unterhalb der Rinde sich ihr Ende befinde. Da ihm nur trockene Abschnitte von älteren Stämmen und ganz junge lebende Exemplare zur Untersuchung zu Gebote standen, gerieth er in den Irrthum, dafs das untere Ende der Holzbündel bei den erwachsenen Pflanzen ebenso abwärts bis in die Basis des Stammes sich verlängere, wie er es bei den jungen Pflänzchen gefunden hatte. Den beiden fleifsigen Forschern Meneghini und Mirbel war es vorbehalten das richtige Verhältnifs zu erkennen. Meneghini, der gründlichste Untersucher des Stammes der Monocotylen, gab zuerst in seiner gehaltvollen Schrift (*Ricerche sulla struttura del caule nelle piante monocotiledoni.* Padova 1836) ein klares und richtiges Bild über den Verlauf der im Mark befindlichen Holzbündel, die auch er zur Oberfläche des Stammes verfolgte und unter der Rinde enden sieht, wo sie oft bei den Monocotylen netzartig anastomosiren, was er auch bei den Palmen zu finden glaubte.

Wenn auch seine Angaben über die Entwickelung des Blattes und seine Theorie über die Bildung der Holzbündel nicht mit der Natur übereinstimmen, so ist doch das, was er in dieser Arbeit, wie in einer neueren: „*intorno alla struttura del tronco delle Molocotiledoni*" über den scheinbar unregelmäfsigen Verlauf der Holzbündel sagt das Beste, was wir über diesen Gegenstand jetzt besitzen.

Mirbel in seiner Untersuchung über die Dattelpalme (*comtes rendus* **1843**) stellte Betrachtungen über die cylindrische Form des Palmenstammes an, die wohl nicht dafür spräche, dafs alle in den oberen Blättern und in dem benachbarten Stamm-

*) Ausführlicheres über die Bewurzelung der Palmen gab ich Linnaea 1858.

theile befindlichen Holzbündel in die Basis des Stammes sich verlängerten, da dieser dadurch eine Kegelform annehmen müsse, was nicht der Fall sei. Durch Zählung und Berechnung der Menge von Holzbündeln in allen Blättern einer Palme und in dem unteren Stammende, suchte er seine Meinung zu bekräftigen. Wenn nun auch Mohl (Vermischte Schriften 1846) gegen diese Gründe Mirbels einwendet, daſs, wie er schon früher gefunden, das untere Ende der Holzbündel sich bedeutend verdünne, daher nicht eine so groſse Verdickung des Stammes veranlassen könne: so giebt er doch die Richtigkeit der von Mirbel aufgestellten Behauptung zu, indem er zugleich das anatomische Verhältniſs, das uns abhalten muſs, an eine Verlängerung des Holzbündels aus den oberen Theilen des Stammes in die Basis desselben zu glauben, aufdeckt. Es ist dies der Umstand, daſs man bei der Untersuchung alter Stämme unterhalb der Rinde nur alte verholzte Gewebe, keine cambialen Holzbündel findet, wie es doch stattfinden müſste, wenn hier die Bildung neuer Theile fortdaure.

Bevor ich näher angebe, wie ich die Entwickelung und den Bau des Stammes gefunden habe, sei es mir erlaubt, noch einmal das Ergebniſs der mitgetheilten Beobachtungen des Keimens mit wenigen Worten zu wiederholen. Den ersten Anfang eines Gegensatzes von Stamm und Blatt finden wir zu der Zeit, wenn von dem cambialen Gewebe des noch ungetheilten Keimlings an dem vorderen Ende sich seitlich, etwas unterhalb der Spitze, eine Schicht wulstig erhebt, indem die Spitze weniger rasch sich vergröſsert und zwischen jenem Wulst und dem Körper des Keimlings das Cambium in Parenchym umgeändert wird. Die so getrennte äuſsere Schicht vergröſsert sich durch innere Zellenbildung an seinem Umfange zum Cambium-Kegel, überwächst die ursprüngliche Spitze der Keimknospe, während sich in seinem Kern jenes Parenchym bildet, das sich aus den innern Schichten des Cambiums vermehrt. Diese seitliche Erhebung und deren Ueberwachsung über die Spitze des Keimlings ist das erste Blatt, der Samenlappen. Ein ähnlicher Vorgang hat inzwischen an einer andern Stelle des Umfangs eben dieser, gleichfalls durch innere Zellenbildung sich vergröſsernden Schicht des Keimlings begonnen, wodurch die Anlage zum zweiten Blatte gegeben ist, dem bald das dritte und vierte folgt.

An der dieser Spitze entgegengesetzten Seite des Keimlings in seinem unteren, dem Eimunde zugewendeten Ende findet gleichfalls eine Sonderung der Gewebe statt; doch hier nicht bei gleichzeitig vorherrschendem Wachsthume einer Stelle der Oberfläche unterhalb der Spitze des Keimlings, sondern allein durch Umbildung der mittleren und der oberflächlichen Schicht des Cambiums in Parenchym, wodurch von dem Cambium in diesem Gewebe nur ein diese beiden Schichten trennender Kegelmantel übrig bleibt. Auf diese Weise ist die Anlage zur ersten Wurzel gegeben, die durch Neubildung von Zellen in der Spitze des cambialen Kegelmantels innerhalb eines Parenchymgewebes vergröſsert wird.

In dem eigentlichen, mittleren Körper des Keimlings, dessen Oberfläche mit Blattanlagen bedeckt ist, tritt ebenso eine Umbildung des Cambiums, in Parenchymzellen ein, wodurch die Basis von der weiter fortwachsenden Spitze getrennt wird. Hierdurch wird auch in der Keimknospe ein cambialer Kegelmantel gebildet der ein Parenchym umgiebt in welchem einzelne Cambium-Bündel von dem Knospengrunde nach den an der Spitze derselben befindlichen Blattanlagen verlaufen, die Anfänge der später vorhandenen Holzbündel: während auch an der Oberfläche des Cy-

lindermantels die fernere Ausbildung der Blätter und die Umbildung des Cambiums in Parenchym eintritt. Das Letztere giebt, dem Cambiumcylinder zunächst, die Rinde, welche durch ihn, der sich später in einen Holzcylinder umändert, von dem mittleren Markparenchym getrennt ist.

Mit der vorschreitenden Entwickelung des Blattes hält auch die Bildung von Parenchym an der innern Seite des Cambium-Kegels gleichen Schritt, wodurch sowohl die eigentliche Spitze der Keimknospe wie die jungen Blattanlagen von dem Knospengrunde getrennt werden. Bald schreitet dann auch diese Sonderung des Cambiums in Gewebe bis zur Basis des Blattes vor, wobei das Blatt von der Mittellinie der Knospe immer mehr entfernt wird, und die in seiner Basis endenden cambialen Holzbündel gleichfalls von der Mitte der Knospe seitwärts sich verlängern. Gleichzeitig mit diesem seitlichen Wachsthume und als die erste Wirkung desselben, findet das Hervorwachsen eines folgenden Blattes seitwärts von der Spitze der Knospe statt, von dem Orte des ersten Erscheinens des vorhergehenden Blattes ungefähr 120° entfernt; zu ihm wenden sich gleichfalls als Anlagen späterer Holzbündel Reihen von Cambium-Zellen von dem Knospengrunde und dessen Seiten aus nach der Mitte der Knospenspitze hin, daher die von hier gleichzeitig seitwärts sich wendenden des nächst vorhergehenden Blattes, die sich in derselben Höhe befinden, kreuzend. Ebenso geht es mit der Entwickelung des dritten Blattes, das von den beiden ersten fast 120° entfernt ist. Alle diese Holzbündelanlagen nehmen wie gesagt vom Knospengrunde ihren Anfang, verlaufen eine Strecke in der, die Grenze von Mark und Rinde bildenden Cambium-Schicht oder ihr nahe auf der inneren Seite, und wenden sich dann nach den an der Spitze der Knospe befindlichen Blattanlagen, mit deren vorschreitender Entwickelung und Entfernung von der Mittellinie der Knospe nach deren Oberfläche sie gleichfalls sich wiederum nach dem Umkreise wenden, und die Richtung der zu jüngeren Blattanlagen gehörenden, neben ihnen verlaufenden Bündel durchkreuzen, in der Spitze der Knospe scheinbar ein verworrenes Flechtwerk bildend.

Fassen wir zuförderst die Basis der jungen Pflanze ins Auge, als den Ort, von dem die Bildung der Spiralen dieser Cambium-Bündel ihren Anfang nimmt; es ist dieselbe Gegend, aus der auch die in den Samenlappen und das Würzelchen verlaufenden Holzbündel beginnen. Diese Cambium-Schicht ist der Mittelpunkt der Lebensthätigkeit der jungen Keimpflanze, hier vereinigen sich die, durch die Wurzel und den Samenlappen herzugeführten Flüssigkeiten und von hier nimmt die bildende Thätigkeit, einerseits in das Keimknöspchen zur jungen Pflanze, anderseits in die neu sich bildenden Wurzelfasern ihren Anfang. Die Schicht cambialer Zellen wird, nachdem die Bildung der Spiralfasern begonnen hat, von einem bunten Flechtwerk von Spiralzellen und Spiralfasern durchzogen und später, wann die bildende Thätigkeit dieses Gewebes erloschen ist, werden die Wandungen seiner Zellen punktirt verdickt. Es nehmen dann die Holzbündel des jungen Stammes in dem cambialen Gewebe des vom Knospengrunde aus sich erhebenden und verlängernden Kegelmantels ihren Anfang, dem spätern Holzcylinder, von dem früher die Verlängerungen der in dem Knospengrunde beginnenden Holzbündelanlagen sich trennten. In diesem Kegelmantel, der durch Verlängerung die Cylinderform annimmt, dauert nun die Vermehrung des Cambiums noch einige Zeit fort, bei gleichzeitiger Umänderung der äufsern und besonders der innern Oberfläche in Parenchym, während einzelne verdickte Reihen

cambialer Zellen sich gleichfalls mit diesem Parenchyme von der zellenbildenden Schicht trennen und so die in der äufsern Parenchymschicht, der Rinde, und dem innern Parenchym-Kegel, dem Marke, verlaufenden Holzbündelanlagen geben[1]). In diesen Zellenreihen dauert je nach dem Orte ihrer Entstehung gleichfalls die bildende Thätigkeit fort, wodurch sowohl eine Vermehrung des Parenchyms, als auch des künftigen Holzgewebes hervorgebracht wird. Von dem Alter und der Kraft des Wuchses der Pflanze ist sowohl die Anzahl der in der Bildung begriffenen Blätter, wie das damit zusammenhängende Vorhandensein von Holzbündelanlagen in der Stammspitze abhängig. Bei einer Samenpflanze folgt die Anlage der Blätter nicht so rasch aufeinander und es stehen dieselben in einem gröfseren Winkel von einander entfernt, wie bei einer kräftig wachsenden alten Pflanze: während bei einer keimenden Wachspalme 2 bis 3 spiralfaserlose Blattanlagen, in fast $\frac{1}{3}$ Spirale stehend, in der Knospe zu finden sind, besitzt ein 40′ hoher Stamm deren gegen 20, die die Kuppe des Gipfeltriebes, in fast $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{13}$ Spirale geordnet, bedecken. In der Endknospe einer Samenpflanze werden daher in einer Höhe der Axe die Anlagen der Holzbündel von nur zwei bis drei Blättern sich durchkreuzen und gleichzeitig sich umbilden, während bei einer ausgewachsenen Pflanze eine grofse Anzahl derselben von dem Umkreise nach den der Mitte nahe stehenden Blattanlagen und von der Mitte des Markes nach den etwas älteren, dem Umfange näher stehenden Blättchen verlaufend, in derselben Höhe des Stammes gleichzeitig angelegt, sich durchkreuzen, und jedes seiner ferneren Umbildung entgegengeht.

Aufser von der Kräftigkeit des Wachsthumes des Individuums hängt es auch von der für jede Art gesetzmäfsigen gröfseren oder geringeren Verlängerung der Zwischenknoten ab, wie grofs die Anzahl der gleichzeitig in derselben Höhe des Stammes in der Entwickelung begriffenen Holzbündel ist. In den stark sich verlängernden Zwischenknoten der rohrartigen Palmen werden in derselben Höhe nicht so viele Holzbündel sich durchkreuzen wie bei den Stämmen der Dattel- und Cocos-Palmen, die dicht mit Blättern besetzt sind. Auf einem Querschnitt des dünnen Stammes jener, an deren Spitze nur wenige Blätter gleichzeitig sich entwickeln, werden daher nicht so viele zu verschiedenen Blättern gehende Holzbündel angetroffen werden, wie auf einem Querschnitte des Stammes einer erwachsenen Dattelpalme.

Macht man diesen Querschnitt in der Gipfelknospe unterhalb der Kuppe des Cambiumkegels, dort wo das Gewebe desselben gerade im Begriff ist, sich in Parenchym und Holzbündelanlagen zu sondern, so trifft man von innen nach aufsen gehend diese neu entstandenen Bündel, von Blättern sehr verschiedenen Alters. Während die im Mittelpunkte des Stammes sichtbaren, sich nach aufsen wendenden, für das

[1]) Da die Anfänge der Holzbündel immer in diesem Cylinder sich befinden, der in dem erwachsenen Stamme das Mark und die Rinde trennt: so kann man weder mit Desfontaines annehmen, dafs die für die oberen Blätter bestimmten Bündel innerhalb dieses Cylinders, im Marke, entstehen, noch mit Schleiden (Grundzüge etc. II. p. 144) behaupten, dafs sie aufserhalb desselben sich bilden. Die Wahrheit liegt meines Erachtens in der Mitte. Die Anfänge aller Holzbündel liegen neben- oder übereinander zu einem mehr oder minder vollständigen Cylinder vereinigt, in dessen Gewebe die Wechselwirkung der die Rinde und das Mark tränkenden Nahrungsflüssigkeit stattfindet, deren Folge eine dauernde Zellenbildung und Gewebevermehrung sein würde, wenn die chemischen Mischungsverhältnisse dieser verschiedenartigen Säfte eine ähnliche wäre, wie bei den Dicotylen, wo ohne Zweifel das Zusammtreffen der im Mark und Holze befindlichen Flüssigkeit mit den von dem Rindengewebe aus der Atmosphäre aufgenommenen Stoffen zum Fortwachsen des Holzcylinders nach Aufsen Veranlassung giebt. —

sich aus dem Cambium hervorbildende Blatt von mittlerem Alter bestimmt sind, ihr unteres Ende schon mehrere Zwischenknoten durchzieht bis es die Gegend ihres Entstehens im Cambium-Cylinder erreicht, wo es zuerst sich von diesem sonderte: so schreitet die Sonderung der nächst äufseren cambialen Holzbündel aus der Spitze des Cambiumkegels, theils noch nach der Mittellinie des Stammes hin vor, wo die jüngste Blattanlage sich befindet, um erst, nachdem jene erreicht ist nach der, dann mehr seitwärts befindlichen zugehörigen Blattanlage sich zur Oberfläche zu wenden: theils sind es die schon aus den unteren Gegenden des Stammes gekommenen, von dem Mittelpunkte des Markes zurückkehrenden Holzbündel, die hier sich aus dem Cambium weiter verlängern in die ältere Blattanlage. Die am Umfange der Cambiumspitze endlich befindlichen, von dem neugebildeten Parenchym gesonderten Holzbündel sind theils die nach dem Mittelpunkt sich wendenden ersten Anfänge für die jüngsten oder vielleicht noch nicht im Werden begriffenen Blattanlagen, theils sind es die das Markparenchym verlassenden, aufserhalb des Cambium-Cylinders durch die Rinde sich verlängernden, cambialen Holzbündel des zuerst aus dem Cambium sich jetzt hervorbildenden Blattes. —

Da für das stengelumfassende Palmenblatt sich Holzbündel aus dem ganzen Umkreise des Cambiumkegels absondern, so finden die Durchkreuzungen der zu den älteren und nächst jüngeren Blättern verlaufenden Bündel auch in den verschiedensten Gegenden des Umfanges eines Querschnittes des Stammes statt. Diese Durchkreuzungslinien werden dadurch noch verschlungener, dafs nicht jedes Holzbündel senkrecht von seinem Ursprungsorte wieder zum Umkreise des Stammes zurückkehrt, sondern die nicht in der Scheitellinie des Blattstielgrundes gebildeten, aufser der vertikalstehenden Krümmung noch einen wagerechten Bogen nach der Basis des Blattstiels hin zu machen haben. Denn in die Blattscheiden verlängern sich nur einzelne dieser grofsen Holzbündel des Markes, meistens erhalten sie, wie auch die äufseren Rindenschichten des Blattstiels nur die kleineren, von der äufseren Oberfläche des Cambium-Cylinders gesonderten, in der Rinde befindlichen Bast- und Holzbündel.

Entwirft man sich ein Bild aller dieser, in den verschiedensten Richtungen sich durchkreuzenden Holzbündel, so hält es schwer mit Meneghini anzunehmen, es seien Saftströmungen, durch das Auftreten der jungen Blätter hervorgebracht, die Ursache der Richtung dieser Holzbündel. Es beruht vielmehr in dem Zusammenwirken der fortdauernden Zellenbildung jedes einzelnen von dem ursprünglichen Bildungsorte, dem Cambium-Kegel, getrennten Zellenbündels und in der längere Zeit fortgesetzten Sonderung von Parenchym von denselben, durch Umänderung der Cambiumzellen ihrer Oberfläche, so wie einer ähnlichen Thätigkeit der cambialen Stammspitze selbst, sowohl die Verlängerung der Holzbündel-Anlagen, wie der Verlauf derselben durch das Gewebe des Markes. Es ist nicht etwa das Markparenchym früher vorhanden und in ihm entstehen dann später, als Folge bestimmt geordneter Saftströmungen die Anlagen der Holzbündel, sondern beides entsteht gleichzeitig oder vielmehr: durch das Aufhören der Neubildung im Innern gewisser Cambiumzellen tritt die Form der Parenchymzellen innerhalb der Cambiumschicht auf, wodurch die Cambiumoberfläche als Holzbündelanlage von derselben getrennt wird.

Wollen wir ein einzelnes Holzbündel in seiner Entwickelung betrachten und durchschneiden zu diesem Zwecke die Gipfelknospe in senkrechter und wagerechter

Richtung, so finden wir in dem ersten Querschnitte unterhalb der Kuppe des Cambium-Kegels die Andeutungen der Holzbündel in dem eben gebildeten Parenchyme als kleine Zellengruppen, die sich auf dem Längenschnitte als die obern Enden von Bogen zu erkennen geben, deren untere Enden mit dem Umkreise eben jener Cambium-Spitze des Stammes in Verbindung stehen. Andere Bündel in ihrer Nähe trennen sich etwas unterhalb derselben von dem Cambium-Cylinder, oberhalb dieser Trennungsstelle durch eine dickere Schicht parenchymatöser Zellen von diesem Cambium-Gewebe entfernt, daher der Mitte des Stammes genähert und dieser Mittellinie nahe mit der Cambium-Kuppe zusammenhängend und zwar in der Gegend, wo an der äufsern Oberfläche derselben die Anlage eines Blattes sichtbar ist. Noch andere dieser Bündel, deren unteres Ende noch weiter abwärts mit dem Cambium-Cylinder in Verbindung steht, ist durch ein noch bedeutenderes Parenchymgewebe von demselben in den höheren Theilen getrennt, daher der Mittellinie des Stammes noch näher gebracht und sein oberes Ende nähert sich einer älteren Blattanlage. Alles deutet darauf hin, dafs seit der ersten Trennung dieses Cambium-Bündels eine Vermehrung des Parenchyms in seiner Umgebung stattgefunden, und die Uebergänge der Zellenformen, die sich zwischen dem ausgebildeten Parenchym und sowohl diesen Bündeln wie dem Cambium-Cylinder finden, machen es höchst wahrscheinlich, dafs die Zellen des Cambiumgewebes die kugeligen, locker nebeneinander liegenden Parenchymzellen hervorbildeten, während die Neubildung in deren Höhle aufhörte. Bei den noch tiefer abwärts in dem Cambiumcylinder des Stammes beginnenden Bündeln, die zu schon weiter ausgebildeten, mehr von der Mitte der Knospe entfernten Blattanlagen sich wenden, verändert sich die Richtung ihres Verlaufes in dem oberen Theile, da sie gleichfalls von der Mitte sich nach Aufsen wenden, nach der Gegend der Blattanlage.

Die Blattanlage umfafst bei ihrem ersten Auftreten den ganzen Umkreis des innersten Kernes der Knospe gleichförmig; doch sehr bald dehnt sich die eine Seite bedeutend mehr wie die übrigen Theile dieses ringförmigen Wulstes aus, sie bildet eine kegelförmige Erhebung, die fortwährend an Höhe zunimmt, während die übrigen Theile des ursprünglichen Ringes um so weniger sich vergröfsern, je weiter sie von diesem Kegel entfernt sind. —

In dieser kegelförmigen Erhebung nun, der künftigen Blattstielbasis, wo die kräftigste Zellenbildung stattfindet, sondern sich die später im Blattstiele befindlichen Holzbündel ab, und zwar in der Weise, dafs zuerst der ein mittleres Parenchym umgebende Holzbündel-Kreis (oder -Cylinder) von dem noch in der Zellenbildung verharrenden äufseren Cambium sich trennt. Dies sind die Verlängerungen derjenigen Bündel des Stammes, die mit der noch ziemlich der Mittellinie desselben nahe stehenden Blattanlage zusammentreffen, die daher an dem ausgewachsenen Blatte den gröfsten senkrechten Bogen beschreiben d. h. diejenigen, die die Mitte des Markgewebes durchziehen. Während dieser Absonderung der mittleren Holzbündel des Blattstiels und der nothwendiger Weise gleichzeitig stattfindenden Parenchymbildung in dieser Blattanlage ist dieselbe durch die in dem inneren und oberen Theile des Stammes fortdauernde Gewebe-Bildung und -Vergröfserung von der Mittellinie des Stammes mehr entfernt; die jetzt wiederum von der inneren Seite des Cambium-Gewebes des Blattstieles an dessen unteren Oberfläche als Halbkreis sich absondernden Bündel,

beschreiben daher nicht mehr einen so grofsen senkrechten Bogen wie die zuerst auftretenden, und es hängt von dem Alter der Pflanze ab, ob sie noch das Markparenchym durchziehen, oder nur in der Rinde verlaufen. Bei den Blättern eines ausgewachsenen Palmen-Stammes ist das erstere der Fall, ja es folgt noch ein dritter Halbkreis von Holzbündeln ehe diejenigen, die, von der Rindenseite des Holzcylinders sich trennend, nur das Rindengewebe durchziehen, als die der Oberfläche nächsten in den Blattstiel eintreten.

Schon oben bemerkte ich, dafs aufser der auf diese Weise hervorgerufenen Krümmung der Holzbündel in senkrechter Richtung auch noch ein wagerechter Bogen von ihnen während ihres Verlaufes im Marke gebildet würde. Dieser Bogen wird dadurch hervorgerufen, dafs die jüngste Blattanlage, eine wulstige Erhebung des Gewebes unterhalb der eigentlichen Stammspitze, anfangs den ganzen Umfang dieser Spitze gleichmäfsig umgiebt. Daher sind die, von der innern Seite des cambialen Gewebes der Kegelspitze sich trennenden Cambiumbündel von dem Umfange des Stammes, dem künftigen Holzcylinder, alle nach der Mitte hin gerichtet, woselbst sie dort mit der Kuppe des Cambiumkegels zusammenhängen, wo an der Oberfläche desselben der gleichmäfsig hervorwachsende Ring der jüngsten Blattanlage sich befindet. Sobald nun an einem Punkte dieses ringförmigen Wulstes die bildende Thätigkeit vermehrt wird, ändert sich gleichfalls die Richtung der dann aus der innern, in Parenchym und Cambiumbündel sich sondernden Cambium-Schicht hervorgebildeten Holzbündel-Anlagen: diejenigen die in der Hälfte des Stammes sich befinden, an der die Vermehrung des Blattgewebes eintritt verlassen den Radius in welchem ihr zuerst gebildetes Ende liegt, und wenden sich seitwärts nach dem Punkt der stärksten bildenden Thätigkeit, natürlich weil von diesem Orte, wo die meisten Zellen gebildet wurden, auch die Sonderung derselben in die verschiedenen Gewebe ausgehen mufs. Diese seitliche Biegung ist zu der Zeit, wann die Blattanlage anfängt dem Umkreise sich zu nähern ein wagerechter, bei den von dem zugehörigen Blattstielgrunde am weitesten entfernten Bündeln über 90° betragender Bogen, dessen gröfste Krümmung der Mittellinie des Markes zunächst liegt[1]). Es sind dies die zuerst im Blattstiele sich sondernden in der Mitte desselben in einen Cylinder geordneten Bündel die auch wie oben gezeigt wurde, den gröfsten senkrechten Bogen während ihres Verlaufes im Marke zu beschreiben haben.

Das seitliche Fortrücken der Blattanlage von dem Mittelpunkte der Stammspitze nach dem Umkreise derselben wird hervorgebracht durch eine fortdauernde Zellenbildung in dem cambialen Gewebe dieser Spitze. Es wird jetzt von den meisten Anatomen zugegeben, dafs die Vermehrung des Zellgewebes dadurch hervorgebracht

[1]) In dem Stamme der *Chamaedorea gracilis* Willd. verfolgte ich ein, in ein Blatt tretendes Holzbündel durch 7 Zwischenknoten, wo es aus der Mitte des Stammes zur Rinde zurückkehrend, in dem Holzcylinder sich befand; vielleicht jedoch noch nicht endete. Es lagen hier der beobachtete Anfang und Endpunkt in einem Winkel von 95°. — Martius (über die Struktur des Palmenstammes. Gelehrte Anzeigen. München 1845) hat sich bei der *Euterpe oleracea* entschieden davon überzeugt, dafs gewisse Fasern nicht auf der Seite, wo sie in das Blatt treten, sondern auf der diametral entgegenliegenden ihr unteres Ende haben, ebenso wie es Mirbel bei *Phoenix* fand. Ich kann diese Angaben dieser beiden Beobachter durchaus nicht bestätigen, da ich immer fand, dafs die dem Blattstiel diametral gegenüber entstehenden Bündel sich nur sehr wenig seitwärts biegend, in den dort befindlichen Theil der Blattstielbasis, in die Blattscheide, eintreten; nie fand ich, dafs dieselben, wie Mirbel und Martius angeben, in den gegenüberstehenden Blattstiel sich verlängern.

wird, dafs in einer vorhandenen Zelle die Bildung von mehreren neuen stattfindet. Lassen wir hier jetzt die Frage unberührt, ob diese Erzeugung neuer Zellen in einer Bildung von Bläschen in dem flüssigen Inhalte oder in einer Bildung von Häuten um einen festen Inhalt oder in einer Theilung der vorhandenen Zellen mittelst hineinwachsender Scheidewände entsteht: so ist doch gewifs, dafs die Form des neuen Gewebes und des dadurch gebildeten Organes von der gegenseitigen Lage der jungen Zellen und von ihrer Wachsthumsrichtung abhängt. Vor dem Auftreten von Spiralfasern ist nur die Art der Lagerung der Zellen die Ursache der Ausdehnung des Gewebes in die Länge und Breite, es werden, wie dies meistens im jüngsten Cambium stattzufinden scheint die im Innern der alten zu vieren entstehenden jungen Zellen tetraedrisch geordnet, wodurch eine allseitige Ausdehnung des Gewebes hervorgebracht wird. Erst später nach dem Auftreten der ersten Spiralfasern im Stamme findet man in einer Mutterzelle, die dann gleichzeitig mehr oder weniger in die Länge gestreckt ist, die in ihr enthaltenen jungen Zellen in senkrechter Lage übereinandergereiht. Die erste Sonderung im Innern des gleichförmigen Cambium-Gewebes der Holzbündel-Anlage ist nach meinen Beobachtungen immer durch das Erscheinen einer abrollbaren Spiralfaser bezeichnet, die zuerst in dem unteren Theile des Bündels sichtbar wird und sich von hier nach oben in die Blattanlage hinein verlängert. Erst nach dem Erscheinen dieser Spiralfaser bemerkt man die Ausdehnung einer oder einiger vertikalen Zellenreihen, die Anfänge der weiten Kanäle, in der Nähe der Spiralen und eine vermehrte Längenausdehnung der äufseren Zellen des Cambium-Bündels, besonders an der der Stammoberfläche zugewendeten Seite. Der Inhalt dieser engen langgestreckten Zellen des Umkreises so wie jener bald sehr weiten Cylinderzellen der Mitte des Bündels, — in deren Nähe bald noch andere, doch weniger weite Zellenreihen sich von dem übrigen Gewebe absondern, — wird durchsichtig und klar, ebenso der Inhalt der endogenen Zelle, des sogenannten Zellkerns, der bald ganz unsichtbar wird[1]), während die in der Mitte des Bündels befindlichen Zellen noch längere Zeit eine trübe Flüssigkeit enthalten. Die langgestreckten Zellen des Umkreises der cambialen Holzbündel nehmen bald eine spindelförmige Gestalt an, es sind diejenigen, die später verdickte Wandungen bekommen, und von Moldenhawer, Link, Mohl und anderen Bast genannt werden. Die Höhlung der äufsersten an das Parenchym grenzenden findet man noch sehr häufig mit senkrecht an einander gereiheten, runden Zellen (sogenannten Zellkernen) angefüllt, deren Wandungen verdickt sind; es sind dies Hemmungsbildungen von Parenchymzellen die auch jetzt noch, unter geeigneten Verhältnissen, in diese Zellenform überzugehen vermögen. Die, durch Vereinigung der weitesten Zellenreihen entstehenden Fasern besitzen gleichfalls in alten Holzbündeln verdickte Häute. Mohl nannte sie, wegen der netzförmigen Verdickung der letzteren „netzförmige Gefäfse". In den unteren Theilen des Holzbündels findet sich immer nur eins dieser netzförmigen Gefäfse; der Mitte des Stammes näher treten zwei dergleichen auf, sie bilden auf Querschnitten des Bündels, dann mit der einen oder den wenigen Spiralfasern ein Dreieck, dessen nach der Mitte

[1]) Ohne jedoch gänzlich zu verschwinden. Es treten unter Umständen nicht nur die der Mutterzelle anliegenden Ränder des zusammengefallenen Bläschens deutlicher hervor, sondern es kann durch geeignete Verhältnisse das Wachsthum desselben von neuem angeregt werden und dann nimmt es gewifs den gröfsten Antheil an der Bildung der in der Mutterzelle entstehenden Absonderungsstoffe.

des Stammes hin gewendeten Winkel die Spiralfasern einnehmen, während in den beiden nach dem Umkreise gerichteten die netzförmigen Gefäſse stehen. In den Zellen der Mitte des Bündels endet mit diesen Umformungen gleichfalls die Zellenbildung, es ist das Gewebe das Mohl „eigene Gefäſse“ nennt wegen des trüben flüssigen Inhaltes, der an die gewöhnlich mit ähnlichen Flüssigkeiten erfüllten Milchsaftgefäſse erinnert. Diejenigen dieser Zellen, die den Spiralfasern und den sehr erweiterten künftigen netzförmigen Gefäſsen zunächst liegen, erhalten indessen gleichfalls einen klaren Inhalt, während sie sich erweitern und ihre Häute später gleichfalls sich verdicken, wodurch sie zu Holzzellen werden. Es verharrt dann nur das, vor den weiten Netzgefäſsen befindliche, von den Holz- und Bastzellen umgebene Gewebe in dem ursprünglichen Zustande der eigenen Gefäſse Mohls.

Ich habe hier die Folge der Entwickelung der verschiedenen Elementarbestandtheile des Palmen-Holzbündels gegeben, das jedoch nicht überall in seiner ganzen Länge alle diese Theile beisammen enthält. Mohl machte schon in seiner vortrefflichen Schrift: „de palmarum structura“ pag. VII. auf das richtige Verhältniſs aufmerksam, er wies nach, daſs während des Verlaufes des Holzbündels durch die äuſseren Theile des Stammes bis in das Mark und von hier bis zum Eintritte in das Blatt die Menge des Bastgewebes immer mehr abnimmt, die Anzahl der Holzfasern und der eignen Gefäſse sich dagegen vermehrt.

Mirbel stellte sich bei seiner Untersuchung der Dattelpalme die Frage, ob die Holzbündel von den Blättern aus abwärts wachsen, oder von den untern Theilen des Stammes sich nach oben hin verlängern, angeregt durch die abweichenden Ansichten früherer Anatomen über diesen Gegenstand. Er untersuchte zur Entscheidung dieser Frage die Gipfelknospe des Stammes einer Palme und fand hier, daſs die zahllosen, durchsichtigen, sehr zarten Fasern (Cambium-Bündel), die das Gewebe der Knospe durchziehen, an dem obern Ende nicht früher verhärteten wie an dem unteren, woraus er schloſs, daſs sie nicht die älteren, zuerst entstandenen Theile sein könnten. Mohl wendet gegen diesen Schluſs mit Recht ein, daſs die Verholzung mit dem Alter eines Gewebes nicht gleichen Schritt halte, und macht darauf aufmerksam, wie bei den allmählig aus den Blattscheiden hervorwachsenden Zwischenknoten der Gräser, Nelken, Ephedra etc. sogar die obern Enden zuerst erhärten, ja wie bei den Palmen selbst die oberen Theile des Blattstieles grün und verholzt seien, während die unteren noch weich und ungefärbt gefunden würden. Mohl führt indessen dies nur gegen die Ansicht an, daſs die Verholzung ein Erkennungszeichen des Alters eines Gewebes sei, ohne der Annahme Mirbels, daſs die Entwickelung des oberen Theiles der Holzbündel von unten nach oben vorschreite, der Ursprung desselben im Stamme nicht im Blatte zu suchen sei, was auch andere Anatomen gleichfalls bestätigen, zu widersprechen.

Das was hier Mohl von dem oberen Theile eines Holzbündels zugiebt, dessen Entwickelung von unten nach oben, behauptet Mirbel von der Entwickelung des ganzen Bündels, indem er versichert, daſs er in den Palmen Holzbündel gefunden habe, deren unteres in der Peripherie des Stammes entspringendes Ende bereits verholzt, in der Mitte halb erhärtet, dem Splinte ähnlich und zu gleicher Zeit an der Spitze noch in der Entstehung begriffen gewesen sei. Mohl (Vermischte Schriften

p. 181) zweifelt an der Richtigkeit dieser Angaben[1]), indem erstens zufolge seiner Beobachtungen das Holzbündel einer Palme, dessen unterer Theil verholzt ist, nicht zu einem Blattrudimente, wie er sich ausdrückt, sondern zu einem in der Entwickelung schon vorgeschrittenen Blatte sich erstrecke: zweitens die Bildung der Gefäſse, neuer Wurzeln und der sich entwickelnden Knospen deutlich zeige, daſs dieselbe in beiden Fällen in den neuen Organen beginne und sich dann über die Holzmasse des Stammes verbreite. Nach diesen Thatsachen und in Folge einer Erscheinung, die sich an Ueberwallungen eines verwundeten Stammes der *Yucca* zeigte „ist es wohl gerechtfertigt“, sagt Mohl Vermischte Schriften p. 183: „wenn ich die Angabe Mirbels, daſs die Gefäſsbündel der Palmen von unten nach oben wachsen, für eine mit den Erscheinungen des Wachsthums der Monocotylen im Widerspruch stehende Meinung erkläre und es im Gegentheil für wahrscheinlich erachte, daſs der untere Theil dieser Gefäſsbündel sich in der Richtung von oben nach unten entwickele.“ —

Ich gestehe, daſs ich über Mohls eigentliche Meinung, trotz dieser Erklärung, nicht zur Gewiſsheit gekommen bin, da er hier offenbar gegen Mirbel ein Abwärtswachsen der Faserbündel vertheidigt, obgleich er einige Seiten früher (p. 176) gegen Moldenhawers Beobachtung behauptet, man finde nie eben in der Bildung begriffene Fasern unter der Rinde, wodurch er die Ansicht des Abwärtswachsens der Holzbündel der obern Blätter bis in die Wurzeln beseitigen will. Diese letztere Angabe kann ich durchaus nur bestätigen, wodurch ich denn zugleich die erstere verneine; auch ich fand nie ein Abwärtswachsen der in dem Stamme befindlichen Holzbündel des Blattes; ich kann Mirbel nur beistimmen, wenn er angiebt, daſs die Entwickelung der Gewebe in dem cambialen Holzbündel von unten nach oben fortschreite, doch muſs auch ich mich gegen die Beobachtung erklären, daſs die Verholzung der Gewebe dieser ersten Bildung derselben von unten nach oben gleichmäſsig folge; ich werde im Gegentheil weiter unten bei der Darstellung der Entwickelung der Gewebe zeigen, daſs dieselbe in grade entgegengesetzter Richtung stattfindet.

Man hat in dem Entwickelungsgange des Palmenholzbündels mehrere Abschnitte zu unterscheiden, die mehr oder weniger unabhängig von einander vor sich gehen. Zuerst die Sonderung des Cambiums der Gipfelknospe in Parenchym und in cambiale Holzbündel, diese findet an der untern Seite der Kuppe des cambialen Kegelmantels statt und sobald sie eingetreten ist, findet man die zarten gallertartigen Streifen des Cambiums in fast wagerechter Lage von dem Umkreise nach der Mitte der Knospe hin sich erstreckend. Hier enden sie in der Cambium-Spitze unterhalb einer nach Auſsen auswachsenden Blattanlage, dort hängt es mit der Verlängerung des senkrechten, Mark und Rinde trennenden Holzcylinders zusammen. Da diese cambiale Verlängerung des Holzcylinders bei den Palmen nicht gänzlich verholzt, sondern zum Theil in Parenchymzellen umgeändert wird, so kann man später, nach dieser theilweisen Umbildung des Cambium in Parenchym, die ursprüngliche Anlage des

[1]) Ich vermuthe, daſs diese Angaben Mirbels zum Theil darin ihren Grund haben, daſs er die Gipfelknospe des Stammes nicht frisch untersuchte, sondern erst nachdem die Palme längere Zeit umgehauen und vielleicht der ausgewachsenen Blätter beraubt, gelegen hatte. Mirbel sagt nämlich, er habe die Stammspitze, die er Phyllophor nennt, abgeplattet und in der Mitte concav vertieft gefunden; es paſst diese Beschreibung nicht auf die Gipfelknospe einer gesunden, regelmäſsig ernährten, im kräftigen Wachsthume begriffenen Palme, wo dieselbe nicht concav, sondern convex geformt ist, wohl aber auf solche Stämme, die längere Zeit wuchsen, nachdem ihnen die Blätter abgeschnitten waren oder bei denen der Zufluſs des Nahrungssaftes durch die Wurzeln gehemmt war. —

Holzbündels sich fortsetzen sehen und zwar der Parenchymbildung entsprechend entweder einzeln oder andere benachbarte Bündel unmittelbar berührend. Die auf diese Weise hervorgebrachte Isolirung der unteren Enden der Holzbündel kann man wohl nicht als Abwärtswachsen bezeichnen und dadurch dem wirklichen Fortwachsen des obern Endes in eine andere Gegend des Stammes durch Zellenanlagerung aus dem Cambium der Stammspitze gleichstellen: da dieselbe nur die Folge einer Parenchymbildung ist, die in denjenigen Holzcylindern nicht vorkommt, von denen, für die gedrängter stehenden Blätter, zahlreichere Holzbündel abgehen.

Nach dieser Sonderung des Cambium-Bündels und des Parenchyms tritt erst in dem ersteren die Sonderung in die einzelnen Gewebe ein, die ich die Bildung derselben nennen möchte, im Gegensatz zu dem folgenden Prozesse, der, wegen der gleichzeitig stattfindenden Vergröfserung, vielleicht Wachsthum zu nennen wäre, wenn man nicht, wegen der Unbestimmtheit dieses Begriffes, vorzieht, diesen Vorgang als Entfaltung der Gewebe zu bezeichnen, denn auch die zuletzt eintretende Erscheinung der Verholzung der Gewebe ist meiner Ueberzeugung nach eine fortgesetzte Assimilations- oder Wachsthums-Erscheinung der Zellmembran.

Eine andere Meinungsverschiedenheit findet sich bei den Schriftstellern über den Bau der Palmen wegen der sogenannten Verästelungen der Holzbündel.

Nach Lestiboudois *(Etudes sur l'anatomie et la physiologie des végétaux* **1840***)* bildet sich nur ein Theil der in die Blätter eintretenden Bündel im Umkreise des Stammes, ein anderer Theil nimmt von den in dem Mark und der harten holzigen Schicht verlaufenden gröfsern Bündeln seinen Anfang; so wie auch die dünnen Bündel der äufseren Schicht, theils aus der zelligen Rinde, theils als Verästelungen der grofsen Fasern entstehen, welche Verästelungen und Anastomosen zugleich ein zusammenhängendes Fasernetz bilden sollen. Aus allen diesen Erscheinungen zieht Lestiboudois den Schlufs, dafs alle Holzbündel dazu bestimmt seien neue Bündel zu erzeugen.

Mirbel sah ähnliche Verästelungen von grofsen Gefäfsbündeln auch im Mittelpunkte des Markes der Dattelpalme, sie sollen aus dem unteren Stammtheile von dem Umfange desselben sich zur Mitte begeben, hier eine Strecke mit einander verlaufen, ein centrales Bündel bildend, und dann nach der entgegengesetzten Seite der Oberfläche in das Blatt eintreten, indem gleichzeitig ein Ast oder selten zwei bis drei Aeste abgeschickt werden.

Mohl spricht sich gegen beide Angaben aus, er hält die Angabe des Lestiboudois über die Verästelung der Holzbündel bei den Palmen mehr für eine Annahme, aus der Analogie des Palmenstammes mit den anderen Monocotylen abgeleitet, und zweifelt an der Allgemeinheit und Häufigkeit dieser Verästelungen, wenn er sie auch ausnahmsweise zugiebt. Mohl selbst fand an einzelnen Stämmen aus der Abtheilung der cocosartigen Palmen im Marke kleine Bastbündel, deren unteres Ende er nicht verfolgen konnte, von denen er es für möglich hält, dafs sie sich von den gröfseren Bündeln getrennt haben; doch sei das Vorkommen dieser Bündel als ein ungewöhnliches, als eine Anomalie im Palmenstamme zu betrachten. Ebenso liegen die untern dünnen Enden der Holzbündel in der Peripherie des Stammes entweder vereinzelt im Zellgewebe oder, was seltener stattfindet, sie sind mit einigen benachbarten zu einer Faser verschmolzen. Die im Mittelpunkte des Markes stattfindende

Vereinigung verschiedener Holzbündel zu einem einzigen grofsen leugnet Mohl gänzlich.

Diese Ansichten Mohls theile ich im Allgemeinen, auch ich glaube, dafs die Verästelungen der Holzbündel von einer seltener eintretenden Bedingung in der Ernährung der Gewebe des Palmenstammes abhängt, obgleich ich bei verschiedenen Palmen dieselbe im Mark und in der Nähe des Holzcylinders beobachtete. In dem Stamme von *Iriartea praemorsa* Kl. und *Oenocarpus utilis* Kl. sah ich zuweilen, dafs sich von einem in ein Blatt verlaufenden Holzbündel von der centralen Seite ein Theil trennte und als ein mit den verschiedenen Geweben ausgerüstetes Bündel zu einem höher am Stamme stehenden Blatte sich wendete. Bei der *Martinezia aculeata* Kl. schien es mir häufiger vorzukommen, auch fand ich hier sehr zahlreich die kleinen Bastbündel im Marke, die Mohl von dem *Lepidocaryum* beschreibt, von denen ich gleichfalls glaubte, Verbindungen mit vollständigen Holzbündeln gesehen zu haben, ohne mich indessen in anderen Fällen mit Bestimmtheit von deren Vorhandensein überzeugen zu können. Am zahlreichsten fand ich diese Verhältnisse in der kleinen stacheligen Palme, die in den warmen, zuweilen überschwemmten Thälern des Tuy- und Aragua-Flusses vorkommt, dem Fruchtbaue zufolge eine *Bactris*, von den Einwohnern *Piritu* genannt, im Wuchse der *Bactris fissifrons* ähnlich. (*Guilielma Piritu* Krst.)

Ueber das Verhältnifs der untern Holzbündelenden habe ich mich schon ausgesprochen, ich halte es für einfacher, von dem cambialen Zustande des Holzcylinders auszugehen und finde, dafs im ganzen Umkreise desselben sich einzelne*) Bündel für ein Blatt trennen, oberhalb dieser Trennungsstellen, und häufig auch seitwärts, bildet sich das Cambium in Parenchymzellen um (nur in einem trocknen Stammabschnitte, der sich in der Sammlung meines Freundes Münter als Dattelpalme befindet, sah ich auch diese Theile des Holzcylinders in Bastzellen umgeändert), oder was nicht selten, es erhält sich das seitlich angrenzende Cambium in dieser und der zunächst aus ihm hervorgehenden Form des Bastes, in welchem erst in den höheren Theilen des Stammes sich wieder Spiralen anfinden und dadurch erkennen lassen, dafs jetzt auch dieser Abschnitt des Holzcylinders bestimmt ist, sich aus dem Zusammenhange zu trennen.

Von der Kräftigkeit der Blattentwickelung hängt es ab, wie viel Bündelkreise sich von dem Cylinder trennen, und von Ernährungsverhältnissen, die noch näher zu erforschen sind, halte ich es abhängig, ob eine stärkere oder geringere Parenchymbildung zu Stande kommt, die sowohl in dem das Mark und die Rinde trennenden Cylinder eine Verbindung dieser beiden Gewebe, nach Art der Markstrahlen, veranlafst: als auch in der Mittellinie der cambialen Spitze eine Trennung des als einfach von dem Umkreise des Stammes kommenden Bündels hervorruft, wodurch dieses in zwei gespalten sich weiter aus dem Cambium in die Rinde verlängert, zu einem (oder auch zwei verschiedenen?) Blättern verlaufend.

So finden wir, dafs sich alle im Stamme befindlichen Holzbündel in die Blätter begeben. Dem Erscheinen neuer Spiralen in dem cambialen Holzcylinder, und der Trennung, der um sie gebildeten Holzbündel, von diesem Cylindermantel entsprechend,

*) Vielleicht eine Schicht in Form eines Kegelmantels, in der sich dann das für Holzbündel bestimmte Cambium durch das entfaltete Parenchym von einander trennt.

verlassen andere in unteren Abschnitten des Stammes gebildete Bündel das Mark, das sie durchkreuzten, um mit dem von der Oberfläche des Stammes sich entfernenden Blatte in einem der Wechselwirkung mit der Atmosphäre zugänglicheren Gewebe sich auszubreiten.

Unbegrenzt in dem Urbilde der Gattung erhebt sich so der aufwärtsstrebende Stamm, in immerdauernder Wiederholung desselben Vorganges, von der ihn ernährenden Erde, den blättertragenden Wipfel, oft über die Wolken hinaus, den ungetrübten Strahlen der alles belebenden Sonne nähernd.

Doch auch an dem vollendeten Baue der Palme äufsert sich endlich die Abhängigkeit von dem Boden dem sie entwuchs, die durch die zahlreich gebildeten Wurzeln aufgenommenen Nahrungsstoffe erreichen nicht mehr die von reineren Lüften umspielte Krone, immer kleiner werden die Blätter, immer spärlicher deren Bildung, bis endlich, bei gehemmtem Saftzuflufs, ein Uebermafs der durch sie aufgenommenen luftförmigen Stoffe das Gleichgewicht der Bildung und des Wachsthums stört und erstere gänzlich unterdrückt.

Eine Ausnahme macht vielleicht *Eläis melanococca (Martius palmae brasilienses)*, deren niederliegender Stamm aus der die Erdoberfläche berührenden Seite zahllose Wurzeln hervortreibt, doch beobachtete Martius nur kleinere 12 Fufs lange Stämme; es bleibt noch zu ermitteln ob der Stamm dieser Palme durch ein noch nicht bekanntes Verhältnifs seines Baues an ferneres Wachsthum verhindert wird oder ob ältere Stämme eine gröfsere Länge erhalten.*) —

III.

Entwickelung der Gewebe des Palmenstammes.

Alle Gewebe der ausgewachsenen Pflanze sind durch die Umbildung eines gleichförmigen, trüben, schwierig in seinen einzelnen Theilen zu erkennenden Zellenkörpers hervorgegangen, wie ihn uns die ersten Entwickelungsstufen des Keimlings und die durch fortgesetzte, gleichartige Zellenbildung in einzelnen Theilen desselben fortbestehenden, sogenannten cambialen Gewebe zeigen. Die älteren Anatomen sahen in diesem Cambium einen gallertartigen oder schleimigen oder flüssigen Körper mit eingebetteten Zellen oder Blasenräumen oder schaumartigen Höhlungen. Die Häute der später sich aus diesem Gewebe hervorbildenden Zellen dachte man sich durch Verdichtung des Schleimes an der Oberfläche jener hohlen Räume, über deren Entstehen keine bestimmte Ansicht aufgestellt wurde, da man dasselbe von Zufälligkeiten abhängig hielt. Nachdem Robert Brown auf ein in den Zellen vieler Gewebe regelmäfsig vorkommendes Körperchen, das er den Kern der Zelle nannte, aufmerksam gemacht hatte, benutzte Schleiden diesen Zellkern für eine Theorie der Zellenbildung, die er in „Müller's Archiv 1838“ veröffentlichte. Er stellte dort die Ansicht auf, dafs der an dem Orte der Zellenbildung befindliche Pflanzenschleim, auf diesen Zellkern, der vorher durch Verdichtung des Schleimes entstanden sei, niedergeschla-

*) Die Martius'sche Abbildung ist nicht ganz correct; man vergleiche über den Wachsthum dieser Palme „Linnaea 1856 pag. 243“.

gen, verhärtet und darauf durch Diffusion des dichten schleimig-körnigen Zellkernes und der von Aufsen hinzutretenden dünneren Flüssigkeit ausgedehnt werde.

Im Jahre 1843 zeigte ich durch vielfältige Entwickelungsgeschichten der, die thierischen und pflanzlichen Gewebe zusammensetzenden Zellen, in einer kleinen Schrift: „*de cella vitali*", dafs diese Ansicht Schleiden's nicht in der Natur begründet sei, da der von Robert Brown entdeckte „*nucleus of the cell*" nicht früher wie die Zelle, in der er sich befindet, auftrete, sondern erst später in derselben entstehe, dafs er selbst eine Zelle sei, die oft noch jüngere Generationen, die Kernkörperchen enthalte, die entweder in einer Flüssigkeit schwimmend oder in einem festen Stoffe eingebettet sich befänden. In Folge aller meiner Beobachtungen, die ich zum Theil dort durch Zeichnungen veranschaulicht mittheilte, stellte ich als allgemeines Gesetz für die Bildung organischer Gewebe hin, dafs dieselben durch die Vereinigung von anfangs freien, unmittelbar aus dem flüssigen Inhalte einer vorhandenen Mutterzelle entstandenen, uns in ihrem jüngsten Zustande als Körnchen erscheinenden Bläschen oder Zellen entständen, dafs jede dieser Gewebezellen aus einer Anzahl in einander befindlichen Zellen, von denen die äufserste die älteste, die innerste die jüngste sei, beständen, die jede in ihrer Weise zum Bestehen und zur Ernährung des Ganzen thätig seien. Die äufserste Haut, die Mutterzelle des ganzen Systemes, war bisher von den Anatomen für die einzig dasselbe darstellende gehalten worden, die während des Austrocknens des flüssigen Inhaltes sich durch das Ankleben des Rückstandes dieses Inhaltes verdicke. Man hatte hierbei übersehen, dafs jene primäre Zelle, von der anfangs dünnen Haut einer zweiten Zelle ausgekleidet wird, die im Innern derselben entstand und mehr oder weniger bald die Gröfse der Mutterzellen erreichte. Erst in der Höhlung dieser Zelle befindet sich der sogenannte Zellkern als drittes Glied des endogenen Zellensystemes, eine Zelle, die in einigen Geweben nicht die vollkommene Entwickelung der sie umhüllenden erreicht und dann nicht selten und in den in Vermehrung begriffenen Geweben immer ein viertes Glied, die sogenannten Kernkörperchen, gleichfalls Bläschen einschliefsend, die oft von einem undurchsichtigen körnigen Stoffe umgeben sind. Jenem zweiten Gliede dieses Zellensystemes, sprach ich damals die gröfste Wichtigkeit für die Ernährung des ganzen Organismus zu; in ihm bilden sich entweder als Inhalt besonderer Bläschen die Absonderungsstoffe, die während späterer Entwickelungszustände wieder verbraucht werden, oder die Zellhaut selbst vermehrt ihre Masse, sie nimmt an Ausdehnung und Dicke zu, während jene Bläschen, scheinbar selbst unthätig, ihr anhängen, an den Berührungsstellen deren Verdickung verhindern und dadurch das durchlöcherte Ansehen derselben hervorrufen.

In dem folgenden Jahre erschienen drei Arbeiten über diesen Gegenstand. Unger (Ueber merismatische Zellenbildung bei der Entwickelung des Pollens 1844) gab eine durch Einfachheit ansprechende, doch mit meinen Beobachtungen nicht übereinstimmende Lehre, von der Entstehung der Zellen. Nach ihm bilden sich nur die Sporen- und Pollen-Zellen frei im Innern einer Mutterzelle, wie Schleiden es angab, aus der in dieser enthaltenen Gallerte und schleimigen Flüssigkeit, durch Niederschlag auf einen Kern; die verschiedenen Gewebe des ganzen, aus dieser Zelle sich hervorbildenden Organismus entstehen, wie Mohl es früher[1]) (Tübingen 1835, über die Ver-

[1]) Auch in den vermischten Schriften botanischen Inhaltes 1846 trägt Mohl noch diese Ansicht der Zellen-

mehrung der Pflanzenzellen durch Theilung) von der *Conferva glomerata* behauptete, durch fortgesetzte Theilung dieser Urzelle, vermittelst hineinwachsender Scheidewände, von dem äufseren Umkreise. Die so entstandenen Zellen bestehen aus einer einfachen Haut und den darauf aus dem flüssigen Inhalte abgelagerten Schichten.

Zu derselben Zeit theilte auch Hartig (das Leben der Pflanzenzelle 1844) seine Beobachtungen über die Entstehung, die Vermehrung, Ausbildung und Auflösung der Pflanzenzellen mit, wodurch er seine, im Jahre 1843 ausgesprochene Ansicht über diesen Gegenstand erweitert. Nach ihm entstehen alle Zellen innerhalb eines Zwischenraumes der äufseren und inneren Oberfläche einer Zellhaut, Ptychode, die durch Spaltung getrennt ist, als kleine, vollkommene, wasserklare Bläschen. Einige dieser Bläschen, Epigonzellen, wachsen aus und treten zu einem Gewebe zusammen, nachdem um sie sich eine zweite Haut aus der Flüssigkeit, worin sie entstanden, niederschlug, die Astathe. Zwischen diesen Astathen der benachbarten Zellen bildet sich endlich eine sie verbindende Substanz, die Eustathe. — So weit ich ihm folgen kann, ist Hartigs Ptychode, die später sich spalten soll, die sekundäre Zelle, die Astathe die Mutterzelle des ganzen Systems und die Eustathe ist verdichtete Zwischenzellsubstanz.

Dieser von Hartig gegebenen Entwickelungsgeschichte der Zelle folgte Mohl zum Theil (Botanische Zeitung 1844 im 15. Stück) insofern er annahm, dafs die Ptychode (nach seiner Beschreibung unverkennbar die von mir nachgewiesene sekundäre Zelle) die zuerst entstandene des ganzen Systemes sei, wefshalb er sie Primordialschlauch nennt. Mit Schleiden nimmt Mohl an, dafs sich dieser Primordialschlauch um einen Zellkern niederschlage; in dem in der Vermehrung begriffenen Gewebe sollen sich mehrere derselben bilden und dadurch eine äufsere sie einhüllende Zellhaut bekommen, dafs sich die Mutterzelle ringförmig einschnürt oder von ihr ausgehend eine einfache Scheidewand in den Zellraum hineinwächst, die sich später spaltet, für jeden der Primordialschläuche auf diese Weise eine eigne Hülle gebend. Der Primordialschlauch soll später aufgesogen werden und dann sich die Niederschläge auf die durch Abschnürung entstandenen Zellen sammeln.

vermehrung des Gewebes der *Conferva glomerata* vor, der zu folgen ich jedoch auch jetzt noch anstehe, nachdem ich mich seit der ersten Bekanntschaft mit diesem Gegenstande vielfältig mit demselben beschäftigte. Durch die anhaltendste Beobachtung der verschiedensten Entwickelungszustände dieser Pflanze überzeugte ich mich, dafs das in der sekundären Zelle enthaltene Chlorophyll nicht unmittelbar von dieser, sondern von einer Anzahl von Zellen zweiten Grades umhüllt wird. In gewissen, wie es scheint krankhaften Zuständen der *Conferva glomerata* schwindet das Chlorophyll bis auf eine geringe Menge, während jene Zellen zweiten Grades so verdickte Häute erhalten, dafs man sie ohne Schwierigkeit erkennt: ein solcher Faden hat dann das bekannte Ansehen eines Gummi- oder Saft-Gefäfses einer höheren Pflanze, der durch eine später in ihm entstandene Zellenvegetation angefüllt wurde. Oft sind diese in der sekundären Zelle enthaltenen Zellen so zartwandig, dafs sie nach dem Zerreifsen des Fadens bei der Berührung mit Wasser zerstört werden. Ist es nun nicht sehr wahrscheinlich, dafs diese dünnen Zellhäute durch das Chlorophyll und den übrigen undurchsichtigen Inhalt verdeckt wurden und erst dann zur Erscheinung traten, wenn sie nach beendeter Ausdehnung sich zu verdicken anfangen? Auch Kützing, der fleifsigste Beobachter dieser Klasse von Pflanzen ist meiner Meinung, indem er (phycologia germanica 1845 p. 25) sich dafür erklärt, dafs die Theilung der Zellen durch Bildung von Scheidewänden wahrscheinlich durch das Auftreten neuer Zellen bewirkt werde. — Bei anderen Gattungen, wo in der sekundären Zelle nicht Querscheidewände, sondern Längenscheidewände durch die Entwickelung dieser Zellen zweiten Grades entstehen, ist es noch deutlicher zu sehen, dafs nicht etwa eine Einschnürung oder eine Ablagerung von Zellstoff? auf Schleimmassen etc. die Bildung derselben veranlasse; sehr bald wird man sich davon bei der *Polysiphonia* z. B. überzeugen, von welcher Gattung ich die *P. stricta* in der Entwickelung, gemeinschaftlich mit meinem Freunde C. Jessen untersuchte, der mit einer gründlichen Bearbeitung dieser Familie sich beschäftigt. —

Nach Mohl und Unger besteht also der ausgewachsene Organismus aus der vergröſserten und durch vielfach wiederholte Abschnürung und Scheidewandbildung in viele Höhlungen getheilten Mutterzelle (Pollenzelle Unger — Embryonalsack Mohl), in welchen Höhlungen sich Niederschläge aus dem flüssigen Inhalte auf die Zellhaut bilden.

So abweichend nun auch diese Angaben der verschiedenen Beobachter über die Bildungsweise der Zelle sind, so kommen alle doch darin überein, daſs in jenem mit trüber, körniger Flüssigkeit erfüllten Gewebe besonders die Vermehrung der Zellen stattfindet. Schleiden läſst sie um Schleimkugeln im Innern von Mutterzellen sich niederschlagen, Mohl und Unger durch Abschnürungen und Scheidewandbildungen eine vorhandene Zelle sich theilen, Hartig in dem durch Spaltung einer Zellhaut entstandenen Zwischenraume frei als Bläschen entstehen, während ich früher behauptet hatte, die Entstehung dieser kleinen Bläschen, die uns mit den jetzigen Hülfsmitteln anfangs als kleine Körnchen erscheinen, finde in der Höhlung einer der Zellen selbst des in einandergeschachtelten Systemes statt[1]). Ob es immer die dritte Zelle, Robert Brown's Zellkern sei, in der die vermehrte Zellenbildung vor sich gehe, lieſs ich damals unentschieden und bin auch jetzt für das Cambium noch nicht zu einer Ueberzeugung gekommen, da der Beobachtung dieses von äuſserst zarten, durchsichtigen Häuten gebildeten Gewebes, das mit einer trüben, undurchsichtigen Flüssigkeit angefüllt ist, sich so groſse Schwierigkeiten entgegenstellen. Die Erscheinungen, die das, den Zustand des zellenvermehrenden Gewebes, des Cambiums, verlassende Parenchym zeigt, lassen vermuthen, daſs es auch hier die dritte Zelle ist, in der die folgende Generation in vermehrter Anzahl gebildet wird. Von der chemischen Zusammensetzung, der dem Gewebe zugeführten Nahrungsflüssigkeit scheint es abhängig, ob die Häute der Zellen oder deren Inhalt an Masse zunehmen: eine Ammoniak enthaltende Flüssigkeit vermehrt die Dichtigkeit und Undurchsichtigkeit des Zellsaftes, so wie die Anzahl der in ihm schwimmenden Körnchen und Bläschen, während in einem Cambium, das in einer an Kohlensäure reichen Luft wuchs, sich die Zellenhäute verdickten und vergröſserten und der flüssige Inhalt klar und durchsichtig wurde; es schien aus dem Zustande des Cambiums in den eines parenchymatischen Gewebes übergegangen zu sein.

In der Gipfelknospe des Stammes, so wie in dem Cambium, das zwischen dem Ende des eigentlichen Gewebes der Wurzel und der Wurzelmütze sich befindet, sondern sich die äuſseren Schichten desselben theilweise als Parenchym ab, d. h. als ein Gewebe, dessen Zellen aufgehört haben einen Saft zu enthalten, der geeignet ist, zur Bildung neuer Generationen von Zellensystemen Veranlassung zu geben; dessen dritte (innere) Zellen vielmehr in ihrer ferneren Entwickelung gehemmt sind, während neben diesen aus dem Zellsafte sich andere Bläschen bilden, deren Inhalt Stoffe sind, die später zur Ernährung der Pflanze verbraucht werden.

Es ist nun die Frage zu beantworten: sind es die Zellen, die unmittelbar das Cambium zusammensetzten, die bei dieser veränderten Ernährung das Parenchym des Markes und der Rinde bilden, die unter anderen Verhältnissen fortgefahren haben würden durch endogene Zellenbildung zur Vermehrung des Gewebes beizutragen:

[1]) Naegeli giebt zu viele verschiedenartige Entstehungsweisen der Zelle an, als daſs es sich in Kürze hier wiedergeben lieſse, deſshalb verweise ich auf seine Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik 1844—1847.

oder sind es die in den Cambiumzellen enthaltenen Anfänge einer jüngeren Generation, die zu dem in anderer Weise thätigen Gewebe des Markes auswuchsen, denen es schon bei ihrer ersten Bildung durch den Ort und die Verhältnisse ihres Entstehens versagt war zu fernerer Zellenvermehrung Veranlassung zu geben. Ich entscheide mich aus folgenden Gründen für den zweiten Fall: in dem eigentlichen Cambium finden wir immer mehrere sogenannte Kernkörperchen, d. h. Anfänge neuer Generationen von Zellensystemen, die zur Vermehrung der Zellen, zur Vergröfserung des Gewebes bestimmt sind; in denjenigen Zellen, die an der Grenze des Cambiums in der Umbildung zu Parenchym begriffen sind, so wie in diesem Gewebe selbst, finden wir regelmäfsig nur ein Kernkörperchen in den unentwickelten dritten Zellen, es ist in diesem Zustande nicht zur Vergröfserung des Gewebes durch Zellenvermehrung fähig, woraus folgt, dafs in der regelmäfsig ernährten gesunden Pflanze, die in der Mitte des Cambiums befindlichen, mehrere Kernkörperchen enthaltenen Zellen nicht den Parenchymzellen gleichwerthig sind, nicht unmittelbar diese geben können, da sie durch ihren Inhalt zur Zellenvermehrung bestimmt sind, während die Parenchymzellen vielmehr regelmäfsig nur fähig sind Absonderungsstoffe hervorzubringen. — Ferner sieht man an krankhaft ernährten Pflanzen und zwar zuerst an solchen, denen stickstoffhaltige Nahrung mangelte, während Kohlensäure im Ueberschusse vorhanden war, dafs nicht die Mutterzellen des eigentlichen Cambiums selbst Stärke und die übrigen Absonderungsstoffe in sich entstehen lassen, sondern dafs die in ihnen gebildeten Zellengenerationen sich auf diese Weise entwickeln, während der flüssige, schleimige Inhalt verbraucht und eine fernere Bildung von Cambiumzellen unterdrückt, ja selbst gänzlich verhindert werden kann, wenn diese widernatürliche Ernährung lange genug fortgesetzt wird, wodurch dem Wachsthume und Leben der Pflanze ein Ziel gesetzt ist[1]). Dann zweitens an solchen Pflanzen, denen ein Ueberschufs von Stickstoff enthaltender Nahrungsflüssigkeit zugeführt wurde, während Kohlensäure mangelte, dafs auch hier die Zellen der Oberfläche des Cambiums aufhören zur Zellenvermehrung beizutragen, zu Stärke enthaltenden Markzellen werden, während im Mittelpunkte des Cambium-Gewebes eine lebhafte Zellenbildung stattfindet. —

Aus allen diesen Erscheinungen scheint mir hervorzugehen, dafs die Haut einer Cambiumzelle und der damit in Wechselwirkung stehende Inhalt derselben hinsichts der physikalischen und chemischen Beschaffenheit verschieden ist, von einer jungen Parenchymzelle, dafs eine eigentliche Cambiumzelle nicht zur Parenchymzelle werden kann: wohl aber, dafs die Erzeugung von Parenchymzellen in den Cambiumzellen beschleunigt, die Bildung neuer Cambiumzellen unterdrückt werden kann durch eine Veränderung der chemischen Beschaffenheit des zugeführten Nahrungsstoffes[2]), da es

[1]) Ich stellte mehrere Gipfelknospen verschiedener Palmenstämme, von denen die ausgewachsenen Blätter entfernt waren, in Kohlensäure, die rasch in Menge aufgesogen wurde; nach mehreren Tagen war das Markgewebe gröfser und mehr in die Länge gestreckt und enthielt bedeutend weniger Stärke, wie eine gesunde Knospe. Die Menge der Cambium-Bündel entsprach der Menge der Stärke, es schienen bei jenen keine neuen Cambium-Bündel sich abgesondert zu haben.

[2]) Der Umstand, dafs die jüngste Anlage neuer Zellensysteme des Cambiums, die sogenannten Kernkörperchen, je nach der Mischung der Nahrungsflüssigkeit zur Entstehung von Cambium- oder Parenchymzellen Veranlassung geben können, den etwas weiter ausgebildeten, schon eine folgende Zelle (die Absonderungsstoffe bildende, zweite) enthaltenden, dagegen eine bestimmte Thätigkeit vorgeschrieben ist, macht es wahrscheinlich, dafs die chemische Zusammensetzung der äufsersten ersten Zelle jedes Systems der verschiedenartigen Gewebe anfangs eine gleiche, dagegen die Mischung der zweiten, die Absonderungsstoffe enthaltenden Zelle der verschiedenen Gewebe eine verschiedene ist.

höchst wahrscheinlich ist, dafs der verschiedene Inhalt beider mit einer verschiedenen chemischen Mischung ihrer Häute in innigem Zusammenhange steht.

Das erste Gewebe also, das sich im Stamme von dem Cambium sondert, ist das Parenchym; es sind bei den Palmen einzelne Zellenschichten an der inneren und äufseren Seite der kegelförmigen Cambium-Spitze des Stammes, in deren sekundäre Zellen Stärke entsteht, während die dritte, innere Zelle in ihrem Wachsthume zurückgehalten wird, keine gröfsere Anzahl neuer Zellen in ihr sich bilden, und oft sie selbst später wieder zu verschwinden scheint. Durch diese Bildung von Parenchym, das als Mark nach innen, als Rinde mit den Blattanlagen sich nach aufsen absondert, werden einzelne Bündel von Cambium-Zellen von dem übrigen Cambium getrennt, es sind dies die Anlagen der künftigen Holzbündel.

In den Parenchymzellen des Markes treten nun Stärkebläschen auf, und zwar entstehen sie meistens zu vieren in einem zartwandigen Bläschen, das in dem natürlich ernährten Gewebe kaum zu erkennen ist, da es hier der Stärke eng anliegt, in den jüngsten Markzellen solcher Pflanzen, die einige Tage in Kohlensäure wuchsen, jedoch nicht leicht übersehen werden kann, da hier nicht nur jene Hülle weit dicker geworden ist, sondern auch so sich vergröfsert hat, dafs sie von den klein gebliebenen, noch zu vieren zusammenhängenden Stärkebläschen weit entfernt ist. Diese Bläschen oder Mutterzellen der Stärke sind später nicht mehr aufzufinden, die Stärkebläschen hängen dann meistens der Haut der sekundäre Zelle an, und in dem ausgewachsenen älteren Gewebe ist auch die Stärke verschwunden, während die sekundäre Zelle punktirt verdickt ist[1]). Ob zu der Entstehung dieser nicht verdickten Stellen das Anhängen der Stärkebläschen Veranlassung giebt, so wie es bei den punktirten Holzzellen durch andere Bläschen geschieht, lasse ich unentschieden, wenn auch viele Erscheinungen mir dafür zu sprechen scheinen. Die Form der Zellen ist in allen Palmenstämmen, die ich untersuchte, eine vieleckige, wie sie dem Markparenchyme meistens zukommt; sie sind zu einem zusammenhängenden Gewebe eng vereinigt, nur bei der *Klopstockia* werden die Zwischenzellräume so bedeutend erweitert, dafs das Mark die Form des sogenannten lungenförmigen Parenchym's annimmt. Diese Zwischenzellgänge enthalten immer eine Luft die durch Ammoniak nicht aufgesogen wird, während der in den Zellen enthaltene Saft, Kohlensäure aufgenommen hat, die durch stärkere Säuren ausgetrieben wird, oder die Zellen älterer Gewebe saftleer, mit reiner Kohlensäure gefüllt sind. Grofse Zwischenzellräume von der Form regelmäfsiger Kanäle fand Mohl in dem Markgewebe bei *Calamus*, *Astrocaryum gynacanthum* und *vulgare*, *Mauritia vinifera* und *armata*.

Ferner finden sich in allen Palmen in dem Markparenchyme zwischen den Holzbündeln einzelne, senkrecht übereinander stehende Zellenreihen, die meistens mehr erweitert und länger gestreckt sind wie die benachbarten und Bündel von Raphiden oxalsaurer Bittererde enthalten; der Saft röthet überdies das blaue Lackmuspapier. Mohl sagt ausdrücklick, er habe nie Raphiden im Palmenstamme gefunden, ich kann mir dies nur dadurch erklären, dafs dieselben in älteren, getrockneten Stämmen, die er

[1]) Mettenius beobachtete eine ähnliche Entstehung des Chlorophylls in kleinen Bläschen, die im Zellsafte der Haare der *Salvina* schwimmen und beschreibt diesen Vorgang in seinem „Beitrag zur Kenntnifs der Rhizocarpeen 1846" p. 51. — Auch Naegeli sah diese Bildungsweise des Chlorophylls und der Stärke in dem Zellgewebe der *Caulerpa prolifera* (Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik 1844. I. p. 149).

untersuchte, zerstört werden. In dem Gewebe lebender Pflanzen findet man sie noch lange nachdem die Stärke des Parenchyms schon verschwunden ist. Die Höhlungen der Zellen in denen sie enthalten sind, sind nicht durch Zerstörung der sich berührenden horizontalen Wände mit einander zu Fasern vereinigt, wie es in ähnlichen Organen der Wurzeln der Fall ist, doch besitzen die benachbarten Zellen oft dünnere Wandungen, sind mit Gummi gefüllt und ragen dann zum Theil in die Höhlung dieser weiten Zellen hinein, wodurch letztere das Ansehen von Gummigefäfsen erhalten.

In der Rinde enthalten die der Oberhaut näheren Zellen Chlorophyll, die das Mark begrenzenden Stärke. Die Häute dieser Zellen werden nach dem Schwinden ihrer in Bläschen enthaltenen Absonderungsstoffe[1]) gleichfalls punktirt verdickt; diejenigen der äufseren, früher Chlorophyll enthaltenden, werden dann oft braun gefärbt. Ebenso wird das zum Theil in Holz- und Bastzellen umgeänderte Gewebe des Cambium-Cylinders nach der Verholzung meistens braun gefärbt und diejenigen Zellen desselben, die die Form des Parenchyms annehmen, bekommen früher als das übrige Zellgewebe punktirt verdickte Wandungen.

Die Zellen der Oberhaut, die sich sehr früh aus dem Cambium aussondern, sind meistens mit einer hellen, durchsichtigen Flüssigkeit angefüllt. Bald nach der Sonderung aus dem Cambium enthalten sie innerhalb der sekundären Zelle Stärke, die zu der Zeit des Erscheinens des Chlorophylls verschwindet. In der Oberhaut des Stammes, der Blattscheide, des Blattstieles und der unteren Blattoberfläche bilden sich zu dieser Zeit Spaltöffnungen. Bei der *Klopstockia* sah ich, dafs in einer Zelle der Epidermis aufser den Stärkebläschen, zwei andere mit einer schleimigen Flüssigkeit angefüllte Bläschen erschienen, die sich beide so ausdehnten, dafs sie bald fast die Mutterzelle ausfüllten, während die Stärkebläschen jetzt deren Membran anhingen. Auf Zusatz von Ammoniak färbte sich der Inhalt dieser beiden Bläschen schön grün, (ebenso wie später diejenigen Zellen der Rinde und des Blattes in denen Chlorophyll gebildet wird), während der Saft der übrigen, nur Stärke enthaltenden, etwas kleineren Oberhautzellen nicht gefärbt wurde. Zwischen diesen beiden endogenen Zellen dritter Ordnung sammelt sich darauf ein Gas, das durch Ammoniak nicht absorbirt wird, bevor die Häute der Mutterzellen (der primären und sekundären) an dieser Stelle zerreifsen und der Atmosphäre dann Zutritt in die Spaltöffnung gestatten. Man sieht deutlich, dafs sich die Luft von diesem Orte aus in die Zwischenzellräume des benachbarten Gewebes verbreitet, wodurch es wahrscheinlich wird, dafs auch an der der Oberfläche entgegengesetzten Seite die Epidermialzelle an der Berührungsstelle, der zuerst in ihrer Höhlung sich zwischen den beiden Schleimzellen ansammelnden Luft, eine Oeffnung bekam. — Auf ähnliche Weise hat Naegeli (Linnaea Bd. 16 p. 237) die Entstehung der Spaltöffnungen beobachtet.

[1]) Denjenigen, die sich noch immer nicht von dem Vorhandensein einer das Chlorophyll und die Stärke umhüllenden Zellhaut überzeugen konnten, rathe ich eine Conferve in destillirtes Wasser zu bringen, dem eine schwache Lösung von kohlensaurem Ammoniak zugesetzt worden, und diese so längere Zeit in ihrem Wachsthume zu beobachten. Man sieht hier das Chlorophyllbläschen sich um das 3—4fache ausdehnen, während die Farbe lichter wird und in dem Mittelpunkte ein dunkles Kernchen auftritt, das sich nach und nach zum Bläschen ausdehnt, welches eine Flüssigkeit einschliefst, die durch Jod gelb oder braun gefärbt wird. Nimmt man statt des destillirten Wassers Brunnenwasser und leitet Kohlensäure hinein, so findet sich in dem endogenen Bläschen, statt des sich mit Jod braun färbenden, ein sich blau färbender Stoff. Dasselbe findet man häufig, ohne diese Vorbereitung, in der natürlich ernährten Pflanze.

Oft wachsen einzelne Zellen der Oberhaut zu Borsten aus, während die ihnen zunächst stehenden, sich etwas vergröſsern und dem Grunde der Borste gleichsam als Stütze dienen, die nach der Entfaltung der Gewebe abfällt; ich beobachtete dieselben an der *Iriartea* und *Oenocarpus.* In anderen Fällen verlängern sich einzelne Bündel von Zellen über die Oberhaut hinaus zu langen, harten, sehr stechenden Stacheln, wodurch sich besonders mehrere Gattungen der Cocoineen auszeichnen. Bei der *Martinezia aculeata* Kl. wo mehrere Kreise von Stacheln unterhalb jeder Blattstielbasis hervorkommen, untersuchte ich die anatomischen Verhältnisse genauer. Sie bestehen hier aus langgestrecktem Zellgewebe und sind auf der unteren Seite von einem Bastbündel durchzogen, daſs die Fortsetzung eines in der Rinde befindlichen bildet. Oberhalb der Abgangsstelle der Stacheln wächst das epidermale Zellgewebe zu einem Kissen aus, das sich bei der Entfaltung des Blattes ausdehnt und die, während der Knospenlage nach oben gerichteten, dem Stamme dicht anliegenden Stacheln zurückbiegt, so daſs dieselben später abwärts gerichtet sind. Eben solche Stacheln bedecken auch die Blattscheiden, die untere Blattstielfläche und zuweilen auch die untere Seite der Mittelrippe der Blätter.

Bei einigen Gattungen bedeckt ein dichter Filz von cylinderförmigen, langen, gegliederten Haaren die Oberfläche der Pflanze. Anfangs bilden diese Haare eine zusammenhängende Schicht, ein Gewebe, in dessen Zwischenzellräumen sich ein Gas ansammelt, das durch Ammoniak nicht aufgesogen wird, während in den Zellen selbst eine helle, klare Flüssigkeit sich befindet, die durch Jod gelb gefärbt wird. In älteren Haaren wird dieser Zellsaft durch Kohlensäure ersetzt. Gründlichere Untersuchungen der chemischen Vorgänge während des Wachsthums der Haare werden vielleicht ergeben, daſs sie den jungen Organen des Stammes ebenso als Sammler und Ueberträger der durch die Atmosphäre dargebotenen Nahrungsstoffe dienen, wie ich es weiter unten für die Zellen der Wurzelmütze, in Bezug auf das Gewebe der Wurzel, in Anspruch nehmen werde.

Eine sehr bemerkenswerthe Veränderung erleiden die Häute der Epidermalzellen des Stammes der ***Klopstockia,*** insofern dieselben während des späteren Wachsthumes so verändert werden, das der Zellstoff vollkommen in einen wachsartigen Stoff umgeändert wird. Es ist diese Thatsache besonders deſshalb wichtig, weil sie einen schönen Beweis von der Nichtigkeit der Theorie der Niederschläge aus dem Zellsaft als Verdickungsmittel der Zellwände liefert. Hier ist es nicht möglich, das Wachs als eine Ablagerung aus dem Zellsaft auf die Zellhaut oder gar als eine Ausschwitzung auf die Oberfläche derselben anzusehen, da die ganze Schicht der Oberhautzellen in heiſsem Alkohol löslich ist[1]). Diese Bildung desselben ist allein durch

[1]) Die Analyse dieser in siedendem Alkohol löslichen Zellen führte mich zu einem ähnlichen Ergebnisse, wie Boussingault es bei der Untersuchung des von *Ceroxylon andicola* Humb. et Bpl. gesammelten Wachses erhielt. Boussingault fande diese Palme im Quindiu-Gebirge in einer Höhe von 6800′, wo die mittlere Luftwärme 14°4 R. betrug (Annales de Chimie et de Physique Tom. LIX. und Erdmanns Journal Bd. V. 1835). Die *Klopstockia*, die mir das Wachs zur Analyse lieferte, wuchs in der Provinz Caracas in einer Höhe von 6000′, in einer mittleren Luftwärme von 14°4 R. — Das Wachs von *Ceroxylon* fand Boussingault zusammengesetzt aus einem in kaltem Alkohol sehr schwer löslichen, in siedendem Wasser schmelzenden Wachse und einem in kalten Alkohol leichter löslichen Harze, dessen Schmelzpunkt höher liegt wie die Siedehitze des Wassers. Ganz gleich verhält sich das Wachs der *Klopstockia.* Das Harz scheidet sich aus dem etwas verdunstetem Alkohol in Krystallen von blendender Weiſse ab, die zum 2- und 1gliedrigen Systeme gehören. In dem Alkohole bleibt ein sehr bitterer Stoff gelöst, der sich erst bei dem völligen Verdunsten abscheidet. Boussingault spricht die Vermuthung aus, es möchte vielleicht ein Alkaloid

das der Zellmembran innewohnende Vermögen zu erklären aus dem Nahrungssafte, mit dem sie getränkt ist, dasjenige zu assimiliren, mit demjenigen Theile desselben sich chemisch zu verbinden, der geeignet ist mit ihrer Substanz ein ihrer Natur und ihrer Bedeutung für den Pflanzenkörper entsprechendes Produkt hervorzubringen. Eine einigermafsen genaue chemische Prüfung der Zellmembranen der verschiedenen Gewebe mit Berücksichtigung der Entwickelungsgeschichte derselben wird überall in dem organischen Körper eine solche chemische Veränderung seiner Elementarbestandtheile nachweisen. Als auffallendste Beispiele erinnere ich hier nur an die Veränderung der Häute des Bastgewebes der Farne, Palmen u. a. m. wo zugleich mit der chemischen Umsetzung eine Farbenänderung eintritt, oder an die Verbindung gewisser Vellhäute mit bestimmten erdigen Bestandtheilen, wie der Kieselerde in den Oberhautzellen und den Bastfasern der Gräser, der Kalkerde in der Zellmembran vieler Wasserpflanzen z. B. der Conferven, Charen, Potamogetonen etc.; es bietet dieser Gegenstand noch ein weites, bisher fast gänzlich unbekanntes Feld der organischen Chemie, dessen Bearbeitung dem Physiologen eine der nächsten Aufgaben sein mufs.

Wir sahen oben, dafs durch das Entstehen der Parenchymzellen an bestimmten Stellen des Cambiums einzelne Bündel dieses letzteren ven der Hauptmasse getrennt und durch die nach oben hin fortschreitende Umbildung des Cambiums in Parenchym in bestimmter Richtung verlängert wurden, bis sie endlich, mit der sich von der cambialen Spitze des Stammes entfernenden Blattanlage zusammentreffend, in das Gewebe dieser sich hineinverlängerten. In dieser cambialen Holzbündel-Anlage, deren

sein. Es ist ein brauner, stickstoffhaltiger, den Chinoidin ähnlicher Körper, der wohl nicht aus den farblosen Wachszellen, sondern aus dem, unter denselben befindlichen, punktirt verdickten, Chlorophyll enthaltenden Rindengewebe der Palme stammt, das man bei dem Abschaben der ersteren schwierig unversehrt lassen kann. Die Verbrennung des krystallinischen Stoffes in der von Hess und Marchand zu diesem Zwecke angegebenen Vorrichtung ergab folgende Zusammensetzung desselben:

						I.	II.
I.	Substanz = 0.2985 Gramm	gab CO_2 = 0.2424	H_2O = 0.338		C.	81.37	81.66
				daraus berechnet	H.	11.32	11.01
II.	„ = 0.3063	„ „ „ = 0.2499	„ = 0 337		O.	7.31	7.33

Boussingault fand folgendes Verhältnifs:

I.	Substanz = 0.320 Gramm	gab CO_2 = 0.960	H_2O = 0.333		C.	0.831	0.837
				daraus berechnet	H.	0.115	0.115
II.	„ = 0.334	„ „ „ = 0.011	„ = 0.346		O.	0.054	0.048

diese durch die Rechnung gefundenen, scheinbar von den meinigen abweichenden Zahlen nähern sich denselben jedoch mehr, wenn man für ein Aequivalent des Kohlenstoffs, die von Dumas angegebene Zahl 75 der Rechnung zum Grunde legt, wie ich es that.

Die Verbrennung des Wachses gab folgende Resultate:

						I.	II.
I.	Substanz = 0.288 Gramm	gab CO_2 = 0.2275	H_2O = 0.0369		C.	78.99	78.81
				daraus berechnet	H.	12.74	12.10
II.	„ = 0.285	„ „ „ = 0.2246	„ = 0.0345		O.	8.27	9.09

Boussingault fand für den von ihm abgeschiedenen Körper:

I.	Substanz = 0.297 Gramm	gab CO_2 = 0.872	H_2O = 0.350		C.	0.812	0.816
				daraus berechnet	H.	0.113	0.133
II.	„ = 0.308	„ „ „ = 0.909	„ = 0.369		O.	0.057	0.051

diese etwas gröfsere Kohlenstoffmenge der Boussingault'schen Analyse rührt vielleicht daher, dafs das Wachs nicht gänzlich von dem an Kohlenstoff reicheren Harze frei war. Dem Ergebnisse meiner Analyse zu vertrauen bin ich um so mehr berechtigt, da ich die gröfsere Sicherheit des von mir benutzten Apparates noch dadurch erhöhte, dafs ich Kupferoxyd hinter der zu verbrennenden Substanz anbrachte und vor der Verbrennung zum Glühen erhitzte, um eine Verpuffung der Zersetzungsprodukte zu verhindern. —

unteres Ende in dem Cambium-Cylinder liegt, welcher Rinde und Mark trennt, dauert nun gleichfalls noch die Zellenvermehrung und eine gleichzeitige Umbildung in Parenchymzellen eine kurze Zeit fort, wodurch das diese Holzbündel umgebende Parenchym, sowie dieses cambiale Holzbündel selbst, noch nach der Trennung von dem Cambium der Gipfelknospe an Umfang gewinnen.

Die erste Sonderung in den Zellen dieser Holzbündelanlage besteht in der Bildung von Spiralfasern, durch Verwachsen einer senkrechten Zellenreihe, der Mitte dieses Bündels nahe. Es nimmt diese echte, abrollbare Spirale ihren Anfang von dem ersten Trennungspunkte der Holzbündelanlage, von dem Cambium-Cylinder und schreitet von hier nach den höheren, später von dem Cambium der Spitze getrennten Theilen desselben fort, sich in das Blatt von unten nach oben verlängernd, gleichzeitig mit der in diesem stattfindenden Umbildung des Cambiums in Parenchym. Da mit der ersten Trennung der Holzbündel-Anlage von dem Cambium-Cylinder in diesem noch nicht die bildende Thätigkeit erlischt, sondern sowohl die Vermehrung der Cambium-Zellen wie die Umbildung in Parenchym eine Zeit lang fortbesteht und zwar letzteres nicht nur in tangentialer, sondern auch in radialer Richtung, so bleibt die ursprüngliche Trennungsstelle des Holzbündels von dem Holzcylinder nicht das untere Ende desselben, sondern wird durch diese in dem cambialen Holzcylinder selbst fortdauerde Parenchymbildung noch etwas nach unten verlängert. Diese Verlängerung ist nicht als ein Abwärtswachsen des Holzbündels anzusehen, sondern in Bezug auf Letzteres ein rein passives, nur durch die fortdauernde theilweise Umbildung der Zellen des Camhiumcylinders in Parenchym veranlafst, und zwar besonders dadurch, dafs diese Umbildung auch in radialer Richtung erfolgt, wodurch der Cambium-Cylinder in senkrechte Bündel von Parenchym und Cambium getrennt wird, von denen Letztere die Verlängerungen der Holzbündelanlagen bilden. Dies Parenchym, das die Rinde mit dem Marke verbindet, und daher mit den Markstrahlen der Dicotylen verglichen werden kann, verholzt etwas früher zu punktirt verdickten Zellen, wie diese besitzt es häufig eine von dem Parenchyme abweichende Form, den tafelförmigen Zellen ähnlich.

Ueber die Bildungsweise der ersten, sehr engen, abrollbaren Spiralen, die aus den Cambiumzellen entstehen, kann ich keine Beobachtungen angeben; sie entzieht sich bei den jetzt anwendbaren Hülfsmitteln gänzlich allen, auch den aufmerksamsten Nachforschungen, uns bleiben nur Vermuthungen, gestützt auf die sehr ähnliche Form der Spiralzellen, die oft den Anfang der Bildung der Spiralfasern machen, ohne wie diese vereinigt zu sein. In diesen langsamer vor sich gehenden Bildungen hat man Gelegenheit zu sehen, dafs sie aus einer ähnlichen Grundlage hervorgehen, wie die punktirten Zellen, die ich schon früher (p. 39. T. I. 9.) beschrieb und abbildete, und die ich seitdem oft beobachtete. (Vergl. T. XI. 1b.)

Diesem ersten Erscheinen der Spiralen folgt nun das Entstehen anderer Holzfasern in ihrer Nähe, indem zugleich die Bildung neuer Zellen im Umkreise des Cambium-Bündels aufhört, wodurch der Vermehrung der Parenchymzellen ein Ziel gesetzt ist. Diese äufseren Zellen des cambialen Holzbündels besitzen eine spindelförmige oder cylindrische Gestalt; in denjenigen, die dem Parenchym zunächst stehen, befinden sich häufig noch die Anfänge einer neuen Generation, die sogenannten Zellkerne, die dann in ihnen senkrecht übereinander liegen, und auch an älteren Holzbündeln

noch deutlich erkennen lassen, dafs an dem ganzen Umkreise desselben die Parenchymbildung stattfand.

Mit der Sonderung jener spindelförmigen Zellen zugleich erscheinen in der Mitte des Cambiumbündels eine oder zwei sehr erweiterte, verticale Zellenreihen, die, umgeben von den trüben, undurchsichtigen, doch gleichfalls etwas erweiterten Cambium-Zellen, sich durch ihren klaren Inhalt auszeichnen: sie durchziehen das ganze Bündel, auch den unteren Theil, der keine Spiralen besitzt; hier sind sie dann von einer geringen Schicht Cambium-Zellen umgeben, indem der gröfste übrige Theil des Holzbündels aus jenen spindelförmigen Zellen besteht. In diesem untersten den Holzcylinder bildenden Theil des Holzbündels ist nur eine dieser weiten Zellenreihen vorhanden, während sich in den oberen umfangreicheren Theilen meistens zwei derselben befinden, die dann durch eine einfache oder mehrfache Schicht von Cambium-Zellen getrennt sind.

Zwischen diesen sehr weiten, mit einem klaren Safte erfüllten Zellenreihen und den zuerst in dem Cambium entstandenen abrollbaren Spiralen entstehen nun, durch Ausdehnung der Cambiumzellen, eine gröfsere Menge von Holzfaseranlagen, den Spiralen zunächst die zuerst auftretenden engeren, weiter von ihnen entfernt ähnliche von gröfserem Durchmesser. Alle enthalten eine klare durchsichtige Flüssigkeit, in der meistens nur nach Anwendung von Jod zartwandige kleine Bläschen sichtbar werden. Zuweilen findet man indessen auch in diesen neuen Fasern des Stammes einen ähnlichen festen gallertartigen Stoff, wie er sich in den Zellen und Fasern der durch stickstoffreiche Flüssigkeit ernährten Wurzel fand (man vergl. w. u.), der sich im Wasser löste und dann die Bläschen erkennen liefs, die er umhüllte.

Durch diese Umänderung des Cambiums in spindelförmige Zellen an der Oberfläche des Bündels, besonders an der der Stammoberfläche zugewendeten Seite desselben, so wie in Holz-Zellen und -Fasern in der Nähe der Spiralfasern, ist in dem etwas weiter ausgebildeten Holzbündel das Cambium auf eine kleine Stelle in der Mitte desselben beschränkt: es besteht hier aus engen, dünnwandigen, cylinderförmigen Zellen, die mit einer trüben, Körnchen und Bläschen enthaltenden Flüssigkeit erfüllt sind, und mit ihrem festen Inhalte durch Jod gelb gefärbt werden; Stärke ist weder in diesen Zellen noch in den übrigen des Holzbündels zu irgend einer Zeit enthalten.

In etwas älteren Holzbündeln, deren Spiralfasern mit dem oberen Ende schon in eine Blattanlage verlängert sind, enthalten die früher spindelförmigen abgerundeten, jetzt zugespitzten oder prismatischen Zellen des Umkreises sowohl, wie die die Spiralfasern umgebenden Holzzellen, eine gummiartige Flüssigkeit die durch Ammoniak grün gefärbt wird; es sind dann die Häute dieser Zellen meistens schon etwas stärker geworden, als Anfang einer jetzt schon beginnenden Verdickung. Das Prosenchym erhält zuerst an der Grenze des Parenchyms die verdickten Wandungen, und zwar vorzüglich die senkrechten Wände, während die wagerechten nicht verdickt werden, ja selbst häufig später verschwinden, wodurch eine Vereinigung der Zellen zu Fasern hervorgebracht wird; dann folgen die dem Mittelpunkte des Bündels näheren Zellen, die Verdickung dieser Haut ist meistens gleichförmig, selten durch einzelne Poren-Kanäle unterbrochen. Die Verdickung der den Spiralen nahestehenden Zellen zu punktirten oder treppenförmigen und ihre Vereinigung zu Holzfasern beginnt jedoch

mit den sie unmittelbar berührenden und erstreckt sich später auch auf die der Mitte des Bündels näheren; auch hier werden nur die senkrechten Wände, nicht die wagerecht sich berührenden verdickt, welche letzteren später mit der vorschreitenden Zunahme der ersteren immer undeutlicher werden und endlich ganz verschwinden, wodurch die Höhlungen der Zellen dieser senkrechten Reihen mit einander vereinigt werden. Die Verdickung der Häute dieser Fasern ist immer ungleichförmig, was ich mir durch das Vorhandensein jener endogenen Bläschen[1]) erkläre, die dort wo sie der sekundären Zelle anliegen, die Verdickung dieser verhindern. Die zuerst sich verdickenden, den Spiralen zunächst stehenden, erhalten dadurch das Ansehen punktirter Fasern, (vasa porosa s. d.), die weiteren das der treppen- oder leiterförmigen. Bei den sich berührenden senkrechten Wänden zweier benachbarten Fasern nehmen diese Bläschen immer eine einander entsprechende Lage ein, so dafs an den engeren die scheinbaren Poren, — bei den weiteren die abwechselnd verdünnten und verdickten wagerechten Linien neben einander liegen. Dort wo die engen cylinder- oder spindelförmigen Zellen des Cambiums die Wandungen der sehr weiten, kanalartigen Fasern berühren, findet sich aufser diesen verdünnten Stellen, die durch die im Innern der Gefäfse enthaltenen Bläschen hervorgebracht wurden, noch ein Netzwerk verdickter Streifen, erzeugt durch die gleichförmig stark verdickten Kanten der verschiedenen sich hier berührenden Wände dieser Gewebe-Zellen mit den Faserwandungen. Durch diese senkrecht oder schräg der äufseren Wand anliegenden Streifen werden dann die langen, wagerechten Verdickungslinien der Haut der Tochterzelle in zwei oder mehrere Stücke abgetheilt.

Alle diese Erscheinungen während der Umbildung der weiten, aus senkrechten Zellenreihen entstandenen Kanäle deuten auf eine innere Verbindung und Wechselwirkung derselben mit den zunächst sie umgebenden Zellen hin, wofür auch einige im krankhaften Zustande des Pflanzengewebes eintretende Vorgänge sprechen, die ich weiter unten berühren werde: ich zähle dieselben daher in die Reihe von Elementarorganen, die als Gummi- und Harz-Kanäle bekannt sind, wo gleichfalls die Zellen, welche eine Faser zunächst umgeben, an der Absonderung des in diesen enthaltenen Stoffes Theil nehmen, zum Theil in die Höhlung derselben hinein sich ausdehnen, während die Haut der Faser resorbirt oder vielleicht zerstört wird; wenigstens ist es so schwierig, eine solche dann zu entdecken, dafs diejenigen Beobachter, die die Entwickelungsgeschichte vernachlässigten, diese mit Gummi, Harz oder ähnlichen Stoffen angefüllten Kanäle für Zwischenzellräume hielten. Auch die vergleichende Anatomie spricht für die ähnliche Bedeutung dieser in dem Palmenholzbündel vorhandenen Kanäle mit den gummiführenden, worauf schon Moldenhauer hingeführt sein würde, wenn er sie nicht in seinen sonst vortrefflichen „Beiträgen zur Anatomie der Pflanzen 1812 p. 129 bis 134“ irrthümlich mit den *vasibus propriis* zusammengebracht hätte.

Auf jene Gummi- und Harz-Kanäle, an denen die ursprüngliche Haut der Faser durchaus nicht mehr zu erkennen ist, die in dem ausgebildeten Zustande aus einem von Zellgewebe umschlossenen und dadurch gebildeten Rohre zu bestehen scheinen, ist der Ausdruck Gefäfs zu beschränken, wenn man nicht anatomisch gleichbedeu-

[1]) Meyen scheint schon denselben Vorgang beachtet zu haben (siehe dessen Physiologie III. p. 20) nur irrte er darin, dafs er diese Bläschen für Kügelchen hielt, durch deren Aneinanderfügung und Verwachsung nach bestimmten spiraligen Richtungen die Verdickung der Spiralen wie die getüpfelten Fasern gebildet würden.

tende, gleichartig gebaute Organe durch verschiedene Bezeichnungsweisen von einander trennen will; es wird die Pflanzenfaser auf die gleiche Weise zu einem Gefäfse, wie sich die einfache, aus einer einfachen Zellenreihe entstandene Capillarfaser, das Capillargefäfs des thierischen Gewebes durch die spätere Entwickelung zu dem von einem Gewebe gebildeten Gefäfse verändert.

Wenn nun auch diese weiten Kanäle des Palmenholz-Bündels physiologisch in die Reihe der Gummigefäfse gehören, so wäre es doch wohl sehr unpassend aus dieser Ursache sie Gefäfse zu nennen. Die Gewebelehre darf sich nur von anatomischen Thatsachen bei der Eintheilung und Bezeichnung ihrer Gegenstände leiten lassen; ich halte es für richtig, so lange die Haut der ursprünglichen Fasern zu erkennen ist, diese Benennung beizubehalten, wenn wir auch finden, dafs an einem andern Orte das gleichgebildete Organ zu einem Gefäfse wird (siehe T. X. 3, 4, 5.), daher diese Kanäle der Palmen mit netzförmigen Fasern oder in ihrem jüngeren Zustande wo sie Gummi enthalten, Gummi-Fasern zu nennen.

Während der Verholzung der secundären Zelle dieser Fasern und Zellen des Holzbündels wird die Höhlung derselben allmählich ihres flüssigen Inhaltes entleert, der sich gegen chemische Reagentien wie ein Gummi verhält, und statt dessen mit Kohlensäure angefüllt. Aehnlich wird der Bildungsvorgang bei der ersten eigentlichen Spirale sein; auch hier sieht man, dafs die in der Höhlung sich befindende Flüssigkeit durch luftförmige Kohlensäure ersetzt wird. Die Entstehung der Spiralfasern nimmt, wie gesagt, von ihrem untern Ende ihren Anfang und setzt sich ununterbrochen durch den oberen Theil des Stammes in das Blatt hinein fort, auch hier der fortschreitenden Entwickelung desselben von unten nach oben folgend.

Die Umformungen der übrigen Cambium-Zellen des Holzbündels nehmen gleichfalls in dem untern Ende desselben ihren Anfang; sie beginnen schon in dem Cambium-Cylinder der aus diesen unteren Enden der Holzbündel zusammengesetzt zu sein scheint. Sowohl die Gestaltung der spindelförmigen Bastzellen, wie die senkrechte Anordnung der erweiterten Zellen zu Holzfasern beginnt hier, und setzt sich in die höheren Theile des Stammes und Blattes fort. Man findet im Stamme und in den unteren Theilen des Blattes die vollständig angelegten Holzbündel mit den schon fertigen Spiralfasern, während die oberen Theile des Blattes noch cambiales Gewebe sind. Die Anzahl der Holzzellen nimmt beständig zu, je weiter sich das Holzbündel von dem Orte des ersten Auftretens entfernt, während die Menge der Bastzellen sich verringert.

Die Verholzung jedoch aller dieser Gewebe in der oben beschriebenen Weise folgt nicht gleichmäfsig der Anlage derselben; sie beginnt erst mit der vollendeten Anlage der Gewebe des Blattes mit der beginnenden Entfaltung desselben, sich von den oberen zuerst sich entfaltenden Theilen dieses, in die unteren und in den Stamm hinein fortsetzend, so dafs die Spitze des Blattes schon vollkommen verholzte Bündel besitzt, wenn in der Basis desselben noch dünnwandige Fasern vorhanden sind, die sich auch als solche in den Stamm fortsetzen. Hier im Stamme schreitet die fernere Verdickung der dünnwandigen Zellen nicht so ununterbrochen von dem oberen mit dem Blatte zusammenhängenden Theile nach dem Holzcylinder durch das Mark hindurch fort, sondern die der Oberfläche näheren Theile bekommen früher verdicktes Holz- und Bast-Gewebe wie diejenigen im Marke, es scheint der zu dieser Umänderung

nöthige Stoff ebenso durch das Rindengewebe zugeführt zu werden, wie es offenbar durch die oberen mit der Atmosphäre in Berührung tretenden Blatttheile geschieht.

Der Rest nun endlich des Cambiums, der die Mitte des Holzbündels einnimmt, — da die Zellen des Umkreises, und besonders an der nach der Rinde gewendeten Seite, in Bastzellen, die der Markseite in Holz-Zellen und -Fasern verändert wurden, — hört mit dieser veränderten Thätigkeit seines das Parenchym begrenzenden Theiles gleichfalls auf zur Entwickelung neuer Zellen zu dienen. Man findet in dem zu Cylinder- oder Spindel-Zellen von verschiedener Weite umgeformten Gewebe eine mit Körnchen und Bläschen angefüllte Flüssigkeit die durch Jod gelb gefärbt wird. Die Haut der primären Zellen, der Mutterzellen des Systemes, ist sehr wenig verdickt, die der nächst inneren, die Absonderungsstoffe enthaltenden sekundären Zellen ist unverändert, wie es gewöhnlich stattzufinden pflegt, so lange in dem Inhalte einer Zelle der Bildungsprozeſs fortbesteht.

Gehen wir bei der Betrachtung der das fertige Holzbündel zusammensetzenden Gewebe von dem unteren, in dem Holzcylinder liegenden Ende aus, so finden wir zuerst ein gänzlich in verdickte Prosenchymzellen umgeändertes Bündel, entweder einzeln oder mit anderen, ähnlichen, einfachen Holzbündeln seitlich verbunden. Etwas höher hinauf findet sich in ihrer Mitte eine Reihe erweiterter, zu einer Faser vereinigter Zellen; es hat diese Anordnung der verschiedenen Gewebe ganz das Ansehen der einzeln in dem Marke und der Rinde der Wurzeln vorkommenden Gummigefäſse oder gefäſsartigen Gummifasern, die auch oft durch eine Schicht verdickter Bastzellen von dem Parenchyme getrennt sind und es ist gewiſs nicht unwahrscheinlich, daſs durch eine ähnliche Thätigkeit in dem Gewebe beider die ähnliche oder gleiche Form hervorgerufen werde.

Diese in dem unteren dem Holzcylinder nahen Ende des Holzbündels befindliche enge Gummifaser wird in dem höheren, von einer gröſseren Menge von Parenchym umgebenen Theile des Bündels weiter und ist fast regelmäſsig mehrzählig vorhanden; gewöhnlich finden sich in dem Theile des Holzbündels, der im Marke verläuft, zwei dieser weiten Fasern, die dann in die Blattanlage sich hinein verlängern, mit deren Verholzung die Verdickung ihrer Wände in dem zuerst entfalteten Theile des Blattes beginnt und mit dieser gleichzeitig vorschreitet. Nicht selten finden sich die nebeneinander liegenden Wandungen der diese Gummifaser zusammensetzenden Zellen erhalten, besonders dort wo eine einzelne Faser durch zwei fortgesetzt wird, diese Theile der Zellwand sind dann abgerundet und punktirt oder durch benachbarte Cambiumzellen netzförmig verdickt.

In diesen verholzten netzförmigen Fasern findet sich häufig, wie dies auch bei den nicht verholzten Gummi-Gefäſsen oft während des regelmäſsigen Verlaufes ihres Wachsthums sich zeigt, (in Folge einer Veränderung des Saftflusses), eine Vergröſserung der benachbarten Zellen, wodurch nicht selten die ganze Höhlung desselben ausgefüllt wird. In der botanischen Zeitung 1845 p. 225 findet sich von einem Ungenannten diese schon seit Malpighi beobachtete aber verschieden gedeutete Thatsache sehr schön erörtert. Der Verfasser macht darauf aufmerksam, daſs die Entstehung der Bläschen beständig von den Poren oder Spalten des Gefäſses seinen Anfang nimmt; es stimmt dies durchaus mit meinen Beobachtungen überein und ich zweifle nicht, daſs die zellige Ausfüllung der Gefäſse und Fasern durch Vergröſserung der

benachbarten Zellen entstehe. Ueberdies kann aber ein zweiter Fall eintreten und auch diesen glaube ich beobachtet zu haben, nämlich dafs nicht nur die benachbarten Zellen sich erweitern, sondern dafs die in der Faser selbst vorhandenen Bläschen, durch deren Ankleben an der Haut der sekundären Zelle die nicht verdickten Stellen entstanden, bei der in diesem Falle krankhaft veränderten Nahrungsflüssigkeit, sich entfalten und zur Füllung des Gefäfses beitragen. Die chemischen Verhältnisse des Nahrungssaftes welche nothwendig sind, um das Wachsthum dieser oder jener Zellen von Neuem anzuregen, kenne ich bis jetzt nicht, es scheint mir jedoch die Vergröfserung jener Porenbläschen auf eine noch gröfsere Selbstständigkeit und Unabhängigkeit der Gewebe von dem Gesammtleben des Organismus hinzudeuten. Ich fand diese Erscheinung nur dort, wo durch Verletzung eines Theiles des Pflanzenkörpers das Gewebe dem unmittelbaren Einflusse der Feuchtigkeit und Luft ausgesetzt war, wo dann gewöhnlich nicht nur in den Fasern, sondern auch in dem Zellgewebe die Porenbläschen sich fadenartig ausgedehnt hatten und zu den Bildungen Veranlassung gaben, die Nägeli in der Linnaea 1842 p. 278 als neue Pilzarten beschrieb und Taf. XI. abbildete. Sowohl in dem oberirdischen wie in dem unterirdischen Stamme der Palmen kommt diese Erscheinung vor, die ich überdies in vielen Rhizomen der Monocotylen und dem Gewebe der Farne beobachtete, und die sicher in jedem Pflanzengewebe eintreten kann, wo sie in gewissen Fällen als Trockenfäule lange bekannt ist.

Betrachten wir nun die übrigen zwischen diesen beiden Faserformen (der Spirale und Netzfaser) sich bildenden Fasern, welche als Uebergangsformen zwischen beiden erscheinen, da die engeren in der Nähe der Spiralen stehen, und sich in gröfserer Entfernung von diesen mehr erweitern: so finden wir, dafs diese Aehnlichkeit mit den netzförmigen Fasern wohl nur durch die gröfsere Weite hervorgebracht ist, denn sie stehen nicht in so inniger Wechselwirkung mit dem benachbarten Gewebe, wie die in ihrer Thätigkeit von diesem abhängigen Netzfasern, sie bilden sich aus dem Cambium durch eine in sich abgeschlossene Thätigkeit: sowohl der Inhalt wie die Wandung durchläuft die oben beschriebenen Veränderungen ohne unmittelbare Einwirkung der benachbarten Zellen, daher stehen sie auch zu ganzen Bündeln und Geweben vereinigt unmittelbar neben einander. In dem Holzbündel der Palmen erscheinen sie dort, wo der Anfang der Spirale sich findet und ihre Anzahl vermehrt sich während des Verlaufes des Bündels durch das Mark bedeutend, so dafs dort, wo dasselbe aus dem Marke nach der Rinde sich wendet, der gröfste Theil des ganzen Holzbündels aus solchen Treppen- und Poren-Fasern (die wohl mit den Spiralfasern passend als Holzfasern kurz zu bezeichnen sind) besteht. Nicht selten findet man zu diesen später sich bildenden Fasern Uebergangsformen aus dem gleichfalls verholzenden Cambium, indem die in senkrechte Reihen geordneten Zellen noch nicht zu Fasern vereinigt sind.

Auch die Wandungen der cylindrischen oder spindelförmigen Cambiumzellen verdicken sich später etwas, doch behält der Inhalt beständig das Vermögen zur Entstehung neuer Zellen Veranlassung geben zu können. Für die Cambium-Zellen des Holzcylinders wird es durch die an allen Theilen des Stammes unter Umständen später entstehenden Wurzeln bewiesen, deren Fasern sich dann auch zwischen die schon von dem Holzcylinder getrennten Bündel hineinverlängern, zur Verdickung der

Faserschichte derselben beitragend. In noch gröſserem Maſsstabe findet dies letztere während der Entwickelung der Knospen in den oberen Theilen der Holzbündel statt, indem die in dem Gewebe der Knospe entstehenden Holz-Bündel sich an diese anlegen, und ihre Fasern sich durch Umformung des Cambiums im Holzbündel des Stammes in diese hinein fortsetzen, wodurch Schleidens Meinung (Grundzüge 1845 p. 243) widerlegt wird, daſs mit der einmal erfolgten Ausbildung des Holzbündels jede Neubildung in dem Cambium derselben aufhöre.

Die Zellen dieses Cambiums werden meistens jetzt „eigene Gefäſse, vasa propria" genannt, selbst von Schriftstellern, die zugeben, daſs dies Gewebe nicht aus Gefäſsen, sondern aus Zellen besteht. Es ist dies ein Fehler der nur Verwirrung in die Kenntniſs des Baues der Pflanzengewebe gebracht hat.

Malpiphi der Gründer der Pflanzenanatomie beschrieb in seinem unsterblichen Werke: *„Anatomes plantarum." Pars prima* **1671.** *p.* **43** die vasa propria seu peculiaria, jetzt Milchsaftgefäſse und Gummi- oder Harz-Kanäle genannt, indem er sagt: *„— — — in herbarum arborumque compage ultra tracheas et fistulas peculiare vasculum interdum deprehendi diximus, terebinthina, gummi, quandoque concreto et proprio refertum succo et humore."* Er erkannte sehr wohl den Bau dieser Gefäſse die er Taf. VII. 30. von *Sambucus Ebulus* zeichnete und trennt sie, wie die Spiralfasern, von dem Zellgewebe.

Ein Irrthum in den dieser groſse Mann bei der Untersuchung des Holzbündels des Mais verfiel, indem er dort, wo aus dem Cambium-Gewebe desselben der trübe Inhalt hervorquoll ein vas proprium vermuthete (pag. 24. Tab. IV. 15) scheint die Veranlassung der seither fortdauernden Verwechselung gegeben zu haben.

Nach ihm machte Mirbel (Jour. de phys. Tom. LIII.) bei der Beschreibung des Mais denselben Fehler und leider gelang es Moldenhauer nicht, durch seine trefflichen „Beiträge zur Anatomie der Pflanzen 1812", in denen er die Ursache des von Malpighi und Mirbel begangenen Irrthums nachwies, denselben aus der Wissenschaft zu verbannen.

Eine ähnliche Unsicherheit wie in der Kenntniſs dieses Cambiums bisher herrschte, waltet auch über die Bestimmung des vierten Gewebes der Holzbündel der Palmen: über denjenigen Theil, der dieselben, die übrigen Gewebe des Bündels umhüllend, gegen das Parenchym absondert, der in den unteren, von wenig Parenchym umgebenen Theilen des Bündels in gröſster Menge vorhanden ist, während er dort wo die Bündel im Markgewebe verlaufen immer mehr abnimmt, von den meisten Schriftstellern Bast genannt.

Malpighi beschreibt den Bast *(Anatome plantarum* **1675** *p.* **2***): „ liber fibris ligneis reticulariter se invicem amplexantibus constat, — — qualibet fibra insignis fistulis invicem hiantibns constat, humoremque fundit" etc.*

Aehnliche Ansichten hatten Leeuwenhoeck und Hedwig. Mirbel hielt den Bast für Zellen, die durch Klappen sich in einander öffneten. Link beschreibt den Bast in seinen Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen 1807 p. 17 als Zellen mit schiefen Endflächen, er sagt p. 19 von dem braunen Zellgewebe das das Farnholz umgiebt: „Da diese Zellen keine abgesonderte Grundfläche zeigen, sondern die Seitenwände sich nur schief an einander legen, so reche ich dieses Zellgewebe zu dem Bast. — Er bemerkt dies gegen Bernhardi der dies Gewebe dem

Parenchym anreiht. Moldenhawer erklärte, wie Link, den Bast für langgestreckte Zellen mit zugespitzten Enden, und zeichnete sie Taf. 2. 16, nennt sie aber dessenungeachtet wegen des langen röhrigen Baues: „Gefäſse" oder „Bastgefäſse". Es scheint fast, als sei ihm der Unterschied zwischen Gefäſs und Zelle hier nicht recht klar gewesen. Ihm folgen Kieser „Phytotomie pag. 209" und Meyen „Phytotomie pag. 134."

In seinen Vorlesungen über die Kräuterkunde 1843 giebt Link eine andere Ansicht über die Natur des Bastgewebes, er beschreibt es pag. 86, von dem Baste des Flachses und Hanfes ausgehend, allgemein als „Baströhren, tubuli fibrosi" d. h. dicke Röhren in der Regel ohne Querscheidewände, „wo diese sich finden, durchziehen sie nur die Höhlung ohne die dicken Wände zu durchschneiden, da man hingegen an einer Reihe von Parenchymzellen deutlich sieht, wie die Wände der Zellen selbst an der Scheidewand Theil nehmen. Denn die Querwände der Zellen im Parenchym entstehen dadurch, daſs die Zellen aufeinander stehen: diese Wände sind also eigentlich keine wahren Querwände, in den Baströhren sind sie es aber allerdings. Die Baströhren endigen sich mit verschlossenen stumpfen Enden, bald hier bald da, sind also von verschiedener Länge, und gleichen in dieser Rücksicht dem Prosenchym. Nach dieser neuesten Beschreibung des Bastes von Link ist derselbe also einer verdickten Prosenchymzelle ähnlich, in der hin und wieder Querscheidewände auftreten.

Mohl bestätigt bei der Beschreibung des Baues des Palmengefäſsbündels (Vermischte Schriften 1837 p. 137) in Bezug auf die äuſserste Schicht desselben, die das Holz umgiebt und von dem Parenchyme trennt, Moldenhawers Angaben über den Bast indem er sagt: „der Bast besteht aus dickwandigen prosenchymatösen Zellen", wodurch er zugleich Kiesers Behauptung, daſs die Bastzellen der Monokotylen horizontale Scheidewände hätten, widerlegen will, demnach auch der Ansicht Links nicht beitritt, so wie auch diese beiden ausgezeichneten Anatomen über die Bedeutung des braungefärbten Gewebes, das den Holzcylinder der Farne umgiebt, verschiedener Meinung sind, indem Link dasselbe dem Baste, Mohl es aber dem Parenchyme zuzählt. Es ist dies ein Beweis wie sehr schwierig es ist, über die Natur eines organischen Körpers, ohne die Entwickelungsgeschichte desselben zu berücksichtigen, zu einer Einsicht zu gelangen.

Wir sahen, daſs der Rest des Cambiumcylinders nach beendigter Parenchymbildung zu spindelförmigen Zellen auswuchs, welche Form auch die äuſseren Schichten der von dem künftigen Holzcylinder getrennten Holzbündel annahmen, nachdem keine Parenchymzellen mehr aus ihnen hervorgingen, während in der Höhlung dieser spindelförmigen Zellen sich ein gummiartiger Stoff absonderte, in dem oft der jetzt einfache Zellkern schwamm, ohne daſs eine Bildung von Bläschen zu erkennen wäre. Später verschwindet dieser flüssige Inhalt, während die Haut der sekundären Zelle verdickt, oft braun oder schwarz gefärbt wird und Kohlensäure die Stelle der Flüssigkeit ersetzt. Diese Zellen, eine höhere Entwickelungsstufe des Cambiums, bestimmt zur Hervorbringung von Parenchym, was durch günstige Verhältnisse wieder eingeleitet werden kann, also eine Hemmungsbildung von Mutterzellen (des Cambiums) für Parenchym sind das Bastgewebe des Palmenstammes und diesen Charakter sehe ich als den des Bastgewebes überhaupt an.

Die Holzzelle dagegen ist das letzte organisirte Produckt einer Cambiumzelle

die eine Aenderung ihrer Bildungsthätigkeit erfuhr; sie enthielt nie die Anfänge von Parenchymzellen, wie sie auch nie unmittelbar in diese umgeformt wird. Durch die Vereinigung ihrer Höhlungen entsteht die Holzfaser, indem wie bei den Bastfasern, die (in dem aufrechten Stamme) senkrechten Wandungen der übereinander gereihten Zellen verdickt werden, während die wagerechten sich nicht verdicken, im Gegentheil später verschwinden.

Auf Querschnitten des verholzten Bastgewebes sieht man, dafs die Wandungen aus Schichten bestehen die nicht immer die gleiche Dicke und Färbung besitzen: es ist die sekundäre Zellhaut, welche einen intermittirenden oder periodisch veränderten Zuflufs des Nahrungssaftes, durch diese schichtenweise Zunahme seiner Dicke zu erkennen giebt. Der Umstand, dafs nur die senkrechten, nicht die wagerecht sich berührenden Wandungen verdickt sind, entspringt vielleicht aus einer bestimmten Richtung in dem Zuflusse des Nahrungssaftes. Dafs diese Verdickungsschichten mechanische Niederschläge des Zellsaftes nach dem Austrocknen desselben auf die innere Oberfläche der Zellwand seien, wie es wohl geglaubt wird, ist nicht richtig und für diejenigen Fälle mit Leichtigkeit als falsch zu beweisen, wo diese sich verdickende, zweite Zelle noch von einer dritten, gleichfalls verdickten Zelle, ausgekleidet wird. Meistens ist letztere, so wie die erste, äufserste des ganzen Systems nicht verdickt und dann schwierig zu erkennen. Diese beiden verhalten sich in der Regel sehr ähnlich, sowohl in Hinsicht ihrer physikalischen Eigenschaften, wie gegen Reagention und meistens beide abweichend von der zwischen ihnen befindlichen Haut der zweiten Zelle. (Vergl. Taf. X. 2).

Diese Letztere, die sekundäre Zelle, scheint in der That besonders der Ernährung des pflanzlichen Organismus vorzustehen, da sie, wie ich schon früher bemerkte, entweder in ihrer Höhlung zur Erzeugung von Absonderungsstoffen Veranlassung giebt, die später wieder zur Ernährung anderer Theile verbraucht werden oder indem durch Assimilation des von Aussen zugeführten unorganisirten Stoffes ihre Haut selbst sich verdickt und dadurch einen Körper anhäuft, der vorzugsweise die Fähigkeit zu besitzen scheint, bei gewissen chemischen Zuständen der allgemeinen Nahrungsflüssigkeit aufgelöst zu werden und zur Erhaltung des Stoffwechsels und des Wachsthumes anderer Gewebe beizutragen.

Ich werde später noch Gelegenheit haben, von einer solchen regelmäfsig stattfindenden Umwandlung in gewissen Dicotylen Pflanzen ein Beispiel anzuführen, (vgl. Taf. IX. 8, 9) hier sei es mir erlaubt eine Beobachtung an einer Palme mitzutheilen, die gewifs an vielen anderen Pflanzen sich wiederholen lassen wird. Ich stellte einige 12—15 Fufs lange, über den Wurzeln abgehauene Stämme der *Geonoma undata* Kl. mit ihrer vorsichtig geschonten Blätterkrone in einen kleinen Bach fliefsenden Wassers, nach drei Monaten enthielt das Parenchym des Markes durchaus keine Stärke mehr und die gewöhnlich etwas verdickten Membranen waren so dünne, dafs die Porenkanäle fast nicht mehr zu bemerken waren, ebenso waren die das Mark zunächst begrenzenden Bastfasern des Holzbündels (besonders an der den Holzfasern entgegengesetzten Seite) bis zu sehr feinen Membranen verdünnt, die Holzsubstanz der verdickten Tochterzelle gänzlich resorbirt. — Die Blattanlagen hatten fortgefahren sich auszudehnen, entfalteten sich jedoch nicht, der Zellsaft des Gipfeltriebes war klar und wasserhell nicht so trübe, schleimig und sich an der Luft färbend wie in der gesun-

den Pflanze; auch absorbirte dieser in Kohlensäure gesetzt weit weniger von diesem Gase und wurde darauf in Ammoniakgas nicht so grün gefärbt, wie es bei dem Gewebe einer gesunden Knospe der Fall ist.

IV.

Die Wurzel.

Die erste Wurzel der Palmen entwickelt sich, wie wir oben sahen, aus der dem Eimunde zugewendeten Spitze des bis dahin gleichförmigen Gewebes des Keimlinges, gleichzeitig mit dem Erscheinen der Gefäfse für die Saamenlappen und der Bildung der ersten Blattanlagen in dem cambialen Gewebe des vorderen Endes des Keimlinges. Von dem Grunde der Knospe aus erscheinen die ersten Spiralfasern in dem Cambium-Kegel der Wurzelanlage, die sich innerhalb des parenchymatischen Gewebes befindet, das als Theil des Samenlappens oder als Rinde des Keimlings betrachtet werden kann. Entweder von diesem Gewebe bedeckt oder in der äufseren Schicht desselben findet sich die cambiale Spitze der Wurzel, durch deren zellenbildende Thätigkeit ihr Gewebe vermehrt wird. In dem ersteren Falle durchbricht die sich verlängernde Wurzel das sie umhüllende Zellgewebe der Rinde des Keimlinges, welches gleichzeitig sich durch Vergröfserung seiner Zellen ausdehnt, und als Scheide (coleorrhiza) die Wurzel umgiebt: in den zweiten, den ich bisher nur bei der *Hyphaene, Corypha* und *Phoenix* beobachtete, bildet die Rinde der Wurzel mit dem Gewebe des Samenlappens eine ununterbrochene Schicht, daher keine Wurzelscheide entsteht. In gleicher Weise entwickelt sich das gleiche Organ der dicotylen Pflanzen, während die erste Entstehung derjenigen der Stammwurzeln (Luftwurzeln) der Monocotylen ähnlich ist.

Dies Durchwachsen wird wahrscheinlich ermöglicht durch eine Gruppe von Zellen, die sich vor der eigentlichen Spitze der Wurzelgewebe nach aufsen aus dem Cambium hervorbildete, und sowohl durch die Form ihrer Zellen wie durch deren Inhalt sich von dem übrigen Wurzelgewebe unterscheidet. Bei der Dattelpalme bildet sich dies die Spitze des Würzelchens einhüllende Gewebe erst aufserhalb des Samens, nachdem der Samenlappen sich um 2″—3″ verlängerte und das Keimknöspchen, in dem scheidigen Ende desselben, sich bedeutend vergröfserte.

Nur selten ist diese erste Wurzel, die, als die untere Verlängerung der Keimknospe, als Pfahlwurzel zu bezeichnen ist, von etwas längerer Dauer, indem sie sich verästelt, wie bei der *Klopstockia*, *Hyphaene* und einigen anderen; meistens stirbt sie sehr bald ab, während andere aus dem Stamme des jetzt mit einem oder einigen Blättchen versehenen Pflänzchens hervorwachsen. Wir lernten in dem Gewebe dieser jungen Pflanze einen Ort kennen, von dem die Holzbündel der Blätter ihren Anfang nehmen; derselbe war ursdrünglich in der cambialen Anlage des Keimlings von der Spitze dieses nicht getrennt. Diese Trennung trat ein, indem sich in der Mitte der cambialen Keimknospe Parenchym bildete, das den Cambium-Kegel in einen Kegel-

mantel umänderte, wodurch dann der cambiale Knospengrund, von dem die Holzbündel ihren Anfang nehmen, mit der cambialen Knospenspitze, aus der die Blätter sich hervorbilden, nur noch durch einen Cylindermantel cambialen Gewebes zusammenhängt.

Von dem Knospengrunde und diesem Cambiumcylinder, dem späteren Holzcylinder des Stammes, trennen sich sowohl nach innen wie nach aufsen Holzbündel-Anlagen für die Blätter, in beiden dauert längere oder kürzere Zeit eine Zellenvermehrung fort, wodurch das Gewebe des jungen Pflänzchens vermehrt wird. Von dem Knospengrunde beginnt nun auch die Entwickelung der ersten Stamm- oder Luft-Wurzeln, welche bei den Palmen meistens nur allmählig zu den älteren Theilen des Stammes in die Höhe steigt, und nur ausnahmsweise in gröfserer Entfernung von der Stammbasis eintritt; man erkennt dieselben in ihrem ersten Auftreten durch eine Vermehrung der Cambiumzellen des Holzcylinders. Es entsteht an der äufseren Oberfläche ein kleiner Kegel Cambium-Gewebes, dessen äufserste, die Rinde begrenzende Schicht aufhört zur Zellenvermehrung beizutragen, und sich durch Ausdehnung vergröfsert, während das Parenchym der Rinde so wie die Fasern der in ihr befindlichen Bastbündel die verdickten Wandungen verlieren und die von ihrem Inhalte entleerten Zellen nach Aufsen zurückgedrängt und später gänzlich verflüssigt werden. Durch die Ausdehnung dieser Zellen der äufseren Schichten des Cambiumkegels wird ein Parenchym ähnliches Gewebe (die Wurzelmütze) gebildet, das die junge Wurzelanlage bedeckt, und nach innen in die Spitze ihres Cambiumkegels übergeht. Hier nun dauert die Zellenvermehrung beständig fort, während in den älteren Theilen, in dem mit dem Holz-Cylinder des Stammes zusammenhängenden Grunde eine Aenderung in der Thätigkeit der Zellen eintritt. Die äufseren Schichten des Cambiumkegels werden hier in Parenchym umgeändert, das sich anfangs an das Rindengewebe des Stammes anschliefst, später in einiger Entfernung von dem Holzcylinder von einer Oberhaut bedeckt ist. In dem Umkreise des dann centralen Cambium-Cylinders der jungen Wurzelanlage, dessen Zellen länger bildungsfähig bleiben, treten darauf enge, abrollbare Spiralfasern auf, während gleichzeitig das Gewebe der Mitte in cylinderförmige Zellen umgeändert wird und später verdickte Wandungen erhält. Diese Umänderung des Cambium-Kegels in die verschiedenen Gewebe schreitet von dem Grunde nach der Spitze hin fort, wo unterhalb der Wurzelmütze die Bildung neuer Zellen fortdauert, und zu der Vermehrung dieser Gewebe Veranlassung giebt. Von den Zellen der Spitze dieser Wurzelmütze mufs die veränderde Einwirkung dieser neuen Bildung auf das Rindengewebe des Stammes ausgehen, worin dieselbe indessen bestehen mag, darüber wage ich keine Vermuthung zu äufsern, und erlaube mir nur auf die Aehnlichkeit dieses Vorganges mit den das Eindringen der Wurzeln parasitischer Gewächse in die lebenden Gewebe fremder Pflanzen begleitenden Erscheinungen aufmerksam zu machen.*)

Die äufserste Zellschicht der Wurzelmütze dieser noch in der Stammrinde befindlichen Wurzelanlage enthält Zellkerne und eine durch Jod gelb werdende Flüssigkeit; etwas weiter nach innen, dem Orte der Zellenbildung näher, auch kleine Stärkebläschen; ebenso finden sich in dem jüngsten noch parenchymähnlichen Gewebe der Wurzelspitze selbst, neben dem Cambium meistens kleine Stärkebläschen. Das in der

*) Man vergleiche: „Ueber die Stellung einiger Familien parasitischer Pflanzen im natürlichen Systeme." Nova Acta XXVI. p. 2 und weiter unten: „Entwickelungsgeschichte der Lorenthaceen."

Mittellinie der Wurzel sich bildende, langgestreckte Gewebe geht im Grunde derselben, dort wo sie sich anfangs von dem Holzcylinder des Stammes erhob, allmählig in die Form des Parenchyms über, wodurch das Mark der Wurzel mit dem des Stammes in Verbindung steht. Dafs diese cylindrischen, später dickwandigen Zellen, die in der Mitte der Wurzeln sich finden, nur eine andere Form von Parenchym sei, ist jedoch nicht wahrscheinlich, sie sind vielmehr als verholzte Cambiumzellen oder deren Uebergangsbildungen zum Parenchym, den Holz- oder Bast-Zellen der Bündel des Stammes gleichbedeutend.

Die im Umkreise dieses Markgewebes zuerst entstandenen Spiralfasern, so wie die später gebildeten punktirten Holzfasern, verlängern sich nicht nur nach der Spitze der Wurzel hin, sondern auch nach der entgegengesetzten Seite, indem sie sich zum Theil an die Holzbündel des Stammes anlegen, in deren Gewebe eine Neubildung von Zellen stattfand und mit ihnen nach den obern wie nach den untern Theilen des Stammes verlaufen: zum Theil nach der Mitte des Stammes hin sich erstrecken, mit diesen Holzbündeln ein Flechtwerk bildend. Es sind hier, in den schon vollkommen verholzten Bündeln, die äufsersten Schichten des Bastes, die an die Parenchymzellen grenzen und die, wie schon oben angegeben wurde, häufig mit senkrechten Reihen runder Zellen gefüllt sind, — in denen eine Neubildung beginnt; höchst wahrscheinlich in Folge erneueter Thätigkeit dieser in ihrem Wachsthume gehemmten Bildungen, wodurch jetzt für die Verlängerung und Vermehrung der Fasern umbildungsfähige Zellen hervorgebracht werden. Diese erneuete Zellenbildung erfahren nicht nur die den Holzcylinder bildenden Bastbündel, sondern auch mehrere der mehr nach innen liegenden Holzbündel, so dafs die Holzfasern der jungen Wurzeln eine Strecke in den Stamm hinreichen; doch durchdringen sie nicht die gedrängt stehende Holzbündelschicht der Oberfläche, auch ist ihre Erstreckung nach oben nicht bedeutend, so dafs eine unmittelbare Verlängerung dieser Holzfasern der Wurzeln in die Blätter, wie Petit Thours und Gaudichaud es sich dachten, nicht stattfindet.

Auch Mohl spricht sich gegen eine solche Verbindung aus *(de palm. struct. p.* 19*)* und zeichnet das richtige Verhältnifs t. Q. 3. von der *Cocos nucifera* indem er die Wurzeln der Palmen (p. 18 und Vermischte Schriften p. 156) beschreibt. Es bestehen nach ihm dieselben aus zwei deutlich gesonderten Schichten: aus einer äufseren, lockeren und schwammigen Rindensubstanz und einem zähen, holzartigen Centralkörper. In ersterer, die von einer pergamentartigen Haut überzogen ist, liegen bei einigen bastartige Fasern die bei anderen vollkommen fehlen. Das Centralbündel ist aus einer compakten, holzartigen Substanz gebildet, welche sich nicht wie das Holz des Stammes in einzelne getrennte Bündel theilen läfst. Das Centralbündel der Seitenwurzel ist mit dem der Hauptwurzel unmittelbar verbunden. Das Centralbündel durchdringt die Faserlage des Stammes und breitet sich auf der äufseren Schicht der Holzbündel desselben in Form einer Scheibe aus, sich hier in eine grofse Menge feiner, fadenförmiger Bündel theilend, welche sternförmig nach allen Seiten auseinanderlaufen und sich zwischen den Holzbündeln des Stammes durchschlingend, in das Innere desselben bis etwa auf einen halben Zoll Tiefe eintreten. Auch die Fasern der Rinde des Stammes verlängern sich eine Strecke in das Rindengewebe der Wurzel, verlieren sich aber bei den verschiedenen Arten mehr oder weniger bald gänzlich.

Mohl untersuchte fast nur die dünnen Wurzeln, wie die meisten Palmen sie

besitzen, im Zusammenhange mit dem Stamme; von denen der *Iriartea exorrhiza* standen ihm nur getrocknete Abschnitte zu Gebote. Hätte Mohl die Entwickelung der Wurzel an der lebenden Pflanze studiren können, so würde er sicher über die Bedeutung der Gewebe, die er in ihren einzelnen Theilen so genau kannte, anders geurtheilt haben.

Verfolgt man nämlich, wie wir es oben gethan, die Entwickelung der Palmenwurzeln von ihrem ersten Beginn, so erkennt man, wie sich der Holzcylinder des Stammes, nachdem er durch eine erhöhte oder wieder angeregte Zellenbildung einen Cambiumkegel in das Rindengewebe hinein gebildet hatte, sich in die äufseren Schichten dieses letzteren fortsetzt, indem der Kern desselben sich in Parenchym umändert, und in der ausgewachsenen Wurzel als ununterbrochene Fortsetzung des Markcylinders des Stammes erscheint. In dem Umkreise dieses neuen Cambium-Kegels entstehen gleichzeitig im Grunde desselben einzelne Spiralfasern, die sich sowohl nach der Stammseite wie besonders nach der Wurzelspitze zu verlängern; sie sind die Grundlage von Holzbündeln, die dadurch entstehen, dafs sich neben ihnen an ihrer der Mittellinie der Wurzel zugewendeten Seite, aus dem Cambium Holz-Fasern und -Zellen bilden.

Mohl selbst nennt diesen Zellgewebekegel, den ersten Anfang der Wurzel, „eine wahre Knospe"; wenn dies nun auch, wegen der verschiedenen Wachsthumsweisen der Wurzel- und Blattknospe nicht auf diese letztere zu beziehen ist, so trifft doch der Vergleich auch mit dieser hinsichts der Anordnung der Gewebe in einen Cylinder von Holzbündeln die in dem Cambium-Cylinder ringsum vertheilt sind, der das Parenchym in Rinde und Mark sondert. Hier in der Wurzelanlage treten ebenso wie in der jüngsten Blattknospe in einem vollständigen Cambium-Cylinder zuerst in bestimmten Abständen einzelne Spiralfasern auf, an die sich die später entstehenden Holzfasern zu einem Bündel anlegen und zwar in der Blattknospe an die ihrer Oberfläche — in der Wurzelknospe an die ihrer Mittellinie zugewendeten Seite der Spiralfaser. — Bei der Blattknospe wenden sich diese Spiralen mit dem in ihrer Nähe entstandenen Holzgewebe nach aufsen in die Blattanlagen, bei der Wurzelknospe durchziehen sie ununterbrochen deren ganze Länge; doch in beiden Fällen bilden sie alle zusammengenommen nicht ein einzelnes Bündel, sondern einen Cylinder von Anfängen solcher Holzbündel die später durch Umwandlung des sie umgebenden Cambiums ihre bestimmte Zusammensetzung erhalten. Der Rest des Cambium-Cylinders besteht aus einer Schicht von wenigen Zellen, von denen die äufsersten an das Rindengewebe grenzenden verholzen, indem ihre Wandungen punktirt verdickt werden; und zwar beginnt diese Verholzung an der nach innen gewendeten Zellwand. Indessen beendet auch hier eine Verdickung der Membran keinesweges die Lebensfähigkeit der Zelle, unter den geeigneten Bedingungen beginnt auch hier in ihnen eine neue Thätigkeit, es tritt von neuem eine Zellenvermehrung ein, die durch das Rindengewebe hindurchsetzend zur Bildung einer seitlichen Wurzelfaser Veranlassung giebt.

Die oft armdicken Wurzeln der Iriarteen lassen durchaus keinen Zweifel, dafs die in ihnen befindlichen Holzbündel, die auf dem Querschnitte der Wurzel eine sternförmige Anordnung zeigen, einen Cylindermantel bilden, ebenso diejenigen, die in den dünnen Wurzeln derselben Pflanzen oder der meisten übrigen Palmen vorhanden sind. Die Entwickelungsgeschichte und die vergleichende Anatomie beweisen, dafs auch

diese dünnen Wurzeln einen vollständigen Holzcylinder nicht etwa nur ein centrales Holzbündel besitzen.

Betrachten wir zuerst die Entwickelung und den Bau der häufiger vorkommenden Form, der dünnen Faserwurzeln, wie sie bei *Cocos, Phoenix, Geonoma, Chamaedorea, Oenocarpus, Klopstockia* und den meisten übrigen Palmen an den unteren Stammtheilen in gröfster Anzahl aus der Rinde von dem Holzcylinder aus hervorbrechen, um dann die etwas abweichenden Wurzeln der *Iriartea* mit denselben zu vergleichen.

Das von dem Cambium nach Aufsen als Rinde entwickelte Parenchym hat sowohl in der Nähe dieses wie zunächst unterhalb der Oberhaut keine Zwischenzellgänge: die Zellen letzterer sind in der Richtung der Axe verlängert und besitzen stark verdickte Wandungen. Die Mittelschicht der Rinde ist in der Regel lockerer zusammengefügt, so dafs kleine Zwischenzellgänge bleiben, die bei manchen Gattungen z. B. *Oenocarpus, Phoenix* sich zu gröfseren Luftlücken und Kanälen erweitern. Einzelne senkrechte Zellenreihen sind in die Länge gezogen und stehen mit wagerechten Enden aufeinander; in ihnen sind anfangs, nachdem sie aus dem Cambium sich gesondert haben, Raphidenbündel enthalten, später findet sich eine gummiartige Flüssigkeit (die in Wasser löslich, durch Aether und Alkohol aus der Lösung gefällt wird, welcher Niederschlag im Wasser wiederum sich löst. Bleizucker, Borax, Alaun, schwefelsaures Eisenoxydul und Eisenchlorid fällen es nicht, wohl aber Bleiessig) und in älteren Theilen der Wurzel, wo die horizontalen Scheidewände verschwunden sind, bekommen sie gleichförmig (nicht punktirt) verdickte Wandungen und sind dann häufig mit Kohlensäure gefüllt.

Diese einzeln im Rindengewebe zerstreut stehenden Fasern kann man, vor der Verdickung ihrer Wandungen, wenn sie mit der gummiartigen Flüssigkeit angefüllt sind, nicht von den Milchsaftfasern (-gefäfsen) unterscheiden: später, nach der Verholzung, hält man sie für einzeln stehende Bastfasern und man wird in dieser Ansicht bestärkt, wenn man findet, dafs in den unteren, älteren Theilen der Wurzelrinde gröfsere Bündel dieser Fasern vorkommen, die sich meistens z. B. bei *Cocos* und *Phoenix* in die Rinde des Stammes als Bastbündel verlängern. Ich halte dies nur für ein Zeichen der nahen Verwandtschaft dieser beiden Elementarorgane, der ähnlichen Bedeutung beider in Bezug auf die Ernährung des pflanzlichen Organismus; beide Formen gingen unmittelbar aus dem Cambium hervor, während gleichzeitig das ihnen benachbarte Gewebe zu Parenchym sich ausbildete, beide sind als Hemmungsbildungen von parenchymbildendem Gewebe zu betrachten, was sich durch eine vorherrschende Neigung zur Zellenbildung kund giebt[1]), in beiden findet die Absonderung von Stoffen statt, die später zur Ernährung des Pflanzengewebes verbraucht werden können, theils auch wirklich verbraucht werden; die Milchsaftfasern können als eine niedere Entwickelungsstufe der Bastfasern angesehen werden.

Das Rindengewebe, in welchem die eben beschriebenen Bastfasern vorkommen,

[1]) Die meisten Milchsäfte so wie die Flüssigkeiten der Milchsaftfasern welche Schleim, Eiweifs, Faserstoff oder Gummi enthalten, führen zellige Bildungen, als Bläschen oder Zellkerne bekannt; einen ähnlichen Inhalt besitzen fast regelmäfsig die einzeln oder in kleineren Bündeln im Parenchyme vorkommenden Bastfasern vor der Verdickung ihrer Wandungen und auch in den schon verholzten und zu gröfseren Bündeln vereinigten Fasern beginnt häufig bei veränderter Mischung der hinzutretenden Nahrungsflüssigkeit von Neuem eine Zellenbildung, wovon ich weiter unten einige Beispiele anführen werde.

wird von einer Oberhaut bedeckt, die in den untern Theilen der Wurzel, welche noch in der Rinde des Stammes eingeschlossen ist, so wie an der Spitze, die schon in den feuchten Erdboden eingedrungen, aus cylinderförmigen Zellen besteht, deren lange Axe mit der Wurzellänge parallel liegt, während an den der Luft ausgesetzten Theilen der Wurzel diese Zellen fast würfelförmig gestaltet sind, und ihre freie Oberfläche warzenförmige Hervorragungen bildet. (T. VI. 4 d. e.) Unter Umständen, die ich weiter unten angeben werde, wachsen selbst diese Zellen der Oberhaut zu Haaren aus, wodurch die Abhängigkeit der Form von der chemischen Mischung der Zellhaut recht deutlich hervortritt.

In dem Umkreise des von diesem Rindengewebe eingeschlossenen Cambium-Cylinders entstehen inzwischen in der Nähe der zuerst in gewissen Abständen gebildeten Spiralfasern neue Holzfasern, mit treppenförmig oder punktirt verdickten Wandungen in der schon oben bei den Gefäfsen des Stammes beschriebenen Weise, dafs die zuerst entstehenden engeren punktirten Fasern neben den Spiralen, die weiteren treppenartig verdickten der Mittellinie der Wurzel näher stehen. Sie Alle bilden Bündel, die auf Querschnitten der Wurzel (Taf. VI. 2.) in einen Kreis geordnet sind, der nach Aufsen die Rinde begrenzt: zwischen diesen Bündeln findet sich auch noch in alten Wurzeln der Rest des Cambiums von dem die Neubildung von Geweben für Wurzeläste ausgeht und dessen äufserste, das Rindengewebe berührende Schicht verdickte Wandungen erhält. Auch eine Vermehrung der Holzbündel scheint die Folge des Fortbestehens dieser Cambiumgruppen zu sein, denn in den älteren Theilen der Wurzel findet sich eine gröfsere Anzahl derselben wie in den jüngeren und zwar sind dort zwischen den gröfseren Holzbündeln, im äufseren Umkreise des Cambiums kleinere vorhanden, für deren spätere Entstehung auch der gröfsere Umfang dieses Theiles der Wurzel spricht.

Das in der Mittellinie der dünnsten dieser Wurzeln befindliche Cambium wird meistens nicht durch wirkliches Parenchym ersetzt, sondern erhält nur eine spindelförmige Gestalt und verdickte Wandungen nach Art der Bastzellen. In den etwas dickeren Wurzeln findet sich sowohl Stärke enthaltendes Parenchym, einen wirklichen Markcylinder darstellend, als auch in diesem Markparenchym zerstreut, einzelne Bastfasern, wie sie in der Rinde vorkommen und oben beschrieben sind. Von der gröfseren Thätigkeit eines ausgedehnteren Parenchyms scheint es abhängig, ob neben diesen einfachen, engen, Gummi führenden Fasern, die später zu Bastfasern sich verdicken noch senkrechte Reihen von weiteren Zellen sich entwickeln (Taf. VI. 4 a. b.), die mit den zunächst sie umgebenden Zellen ein System bilden, anfangs die vielleicht durch die Zersetzung aus der Stärke des Markes gebildeten gummiartigen Stoffe in ihren Höhlungen absondernd und später gleichfalls verdickte Wandungen erhaltend, wodurch die weiten, zu Fasern vereinigten Zellenreihen das Ansehen der schon oben beim Stamme beschriebenen, netzförmig verdickten Fasern bekommen, denen sie auch wohl hinsichts ihrer Lebensthätigkeit gleichbedeutend sind.

Alle diese Uebergangsformen beweisen, wie mir es scheint, unzweifelhaft, dafs das Vorkommen eines parenchymatösen Markgewebes zwar das Erkennen eines Holzcylinders erleichtert, doch dafs es kein nothwendiger Bestandtheil desselben ist, dafs auch der in den dünnen Palmenwurzeln vorkommende centrale Cylinder als Holzcylinder nicht als einfaches Holzbündel zu betrachten ist und dafs hier

wohl nur wegen der geringeren Ausdehnung der später verholzenden Cambiumsschicht die Entstehung von Parenchym verhindert wird. Die vergleichende Betrachtung der stärkeren Wurzeln der *Iriartea* mag als Bestätigung hiezu dienen. Im unentwickelten Zustande besitzen auch diese einen Cylinder cambialen Gewebes, der das Zellgewebe in Rinde und Mark sondert, und dort, wo er das Rindengewebe begränzt, verholzt und braun gefärbt wird. Er bildet hier, wie in den dünneren Wurzeln im Querschnitte einen Kreis, doch mit wellig gebogenem oder ausgezacktem Rande, welche Zacken sich so weit in das Rindenparenchym verlängern, dafs der Kreis in einen Stern übergeht, bei dem in noch umfangreicheren Wurzeln, die abgerundeten Strahlen zwei- oder dreizackig sind. (Taf. VI. 3.) Im Umkreise dieses Cambium-Cylinders treten zuerst Spiralfasern auf, denen nach Innen engere und weitere Holzfasern folgen von der Beschaffenheit der oben von der *Geonoma*, *Chamadorea*, *Klopstockia etc.* beschriebenen; in der Regel stehen hier indessen nicht so viele Fasern in einer Reihe in der Richtung des Radius neben einander, wie bei jenen Wurzeln. Es sind dieselben auch hier von später verholzenden Bastzellen umgeben, die an der der Mittellinie zugewendeten Seite in besonders grofser Menge vorkommen. Zwischen diesen Holzbündeln befinden sich auch hier in der ausgewachsenen Wurzel noch die Reste des Cambiumcylinders, dessen Gewebe in der Zellenvermehrung fortfährt, und zur Bildung von neuen Holzbindeln Veranlassung giebt, die eine Verdickung der Wurzel herbeiführen kann. Bei den acht Fufs über dem Stamme entstehenden Wurzeln der *Iriartea excelsa* ist besonders die dadurch hervorgebrachte Kegelform auffallend, da sie oben bei dem Abgange aus dem Stamme einen Durchmesser von 3″ besitzen, der an der Spitze sich bis auf 1″ verringert. In den Strahlen des Sternes der dicken Wurzeln richtet sich die Lage der Holzbündel, ebenso wie in deren einfachem Kreise, (des Querschnittes) immer nach der Richtung der Cambiumschicht, so dafs die Holzfaser-Reihen und -Bündel hier nicht nach dem Mittelpunkte der Wurzeln, sondern nach der Mittellinie dieses Sternstrahles gerichtet sind. Ein centraler Strang den Mohl in der Mitte dieses Holzcylinders vermifste kommt nicht vor und kann auch, wenn wir den eben beschriebenen Bau mit den Wurzeln der übrigen Monocotylen Pflanzen vergleichen, nicht vermuthet werden.

Bei der *Iriartea exorrhiza* fand Mohl auch im Marke der Wurzeln einzeln stehende Holzbündel, ich konnte bei der *Iriartea praemorsa* hier wie in dem Rindengewebe nur die weiten Gummifasern (Netzfasern), von verdickten Bastzellen umgeben, auffinden, und bezweifele durchaus das Vorhandensein wirklicher Holzbündel in dem Marke einer Monocotylenwurzel. Die Entwickelungsgeschichte dieser Gummifasern ist dieselbe, wie ich sie schon früher von den im Holzbündel des Stammes vorkommenden gegeben habe (Taf. VI. 4 a. b.). Aufser diesen weiten Gummifasern kommen auch noch im Marke und besonders häufig in der Rinde die oben beschriebenen, milchsaftfaser-ähnlichen Elementarorgane vor, die anfangs Raphidenbündel mit Gummi enthalten, später verdickte Wandungen bekommen, den Bastfasern ähnlich. (Diese Fasern vertreten in den dünneren Wurzeln ganz die Stelle der weiten, später netzförmig verdickten Gummifasern, wodurch sie ihre physiologisch ähnliche Bedeutung mit diesen bekunden.) Das Parenchym des Markes besteht aus etwas verlängerten, punktirt verdickten Zellen, ebenso das der Rinde. Die Oberhaut besteht wie oben von den übrigen Palmenwurzeln beschrieben, aus Zellen, die entweder cylindrisch

geformt sind, parallel der Wurzellänge oder mehr würfelförmig mit warzig hervorragender Oberfläche.

In die Fasern des Stammes gehen alle diese Fasern der Wurzel nicht unmittelbar über, sie verlängern sich nur zum Theil bis zu den Bündeln, welche an der Grenze des Markes und der Rinde den Holzcylinder bilden, theils etwas weiter nach innen und verlaufen eine kurze Strecke mit ihnen gemeinschaftlich. Die weiten Gummifasern des Markes und der Rinde enden innerhalb des Wurzelgewebes im Stamme.

Der Bau der Pfahlwurzel der Palmen ist nicht verschieden von dem der dünnen Stammwurzeln, auch in ihr findet sich ein Cylinder von Holzbündeln die durch Cambium von einander getrennt sind und die Rinde von dem mittleren Bast- und Holz-Gewebe scheiden. Taf. VI. 2. stellt einen Theil eines Querschnittes der Pfahlwurzel der *Iriartea praemorsa* dar, um dies Verhältniſs deutlich zu machen. In den verdickten Bastzellen *h* und dem übrigen Cambiumgewebe *c* beginnt unter Umständen, die noch näher zu erforschen sind, in allen Palmenwurzeln eine Zellenbildung die zur Entstehung von Wurzelästen Veranlassung giebt. Die anatomischen Erscheinungen dieser Entwickelungen sind dieselben wie sie oben von der Wurzelbildung aus dem Holzcylinder des Stammes beschrieben wurden. Häufig ereignet es sich, daſs die Spitze einer aus dem Stamme hervorgewachsenen Wurzel nicht während der Wachsthumsperiode in der sie gebildet wurde den Erdboden erreicht und dann in der regenlosen Jahreszeit zusammentrocknet und abstirbt; in solchen Fällen sind es besonders die dieser Spitze zunächst benachbarten Theile an denen Wurzeläste hervorsprossen, wodurch dann ein Kreis dünner Wurzeln von dem Umkreise der Hauptwurzel sich in den Boden verlängert.

Zuweilen tritt auch durch unmittelbare Bildung aus dem Cambium der Wurzelspitze, vielleicht in Folge eines zu groſsen Zuflusses von bildungsfähigem Nahrungssaft, eine Verästelung der Wurzel ein. Untersucht man eine solche eben in der Theilung begriffene Wurzel, so findet man die Vermehrung der Zellen im Cambium auf zwei Seiten der Wurzelspitze vertheilt. Die Wurzelmütze bedeckt sowohl diese beiden jetzt etwas erhöhten Stellen, wie auch noch die Mitte der Wurzelspitze die jetzt eine Vertiefung bildet. Als Verlängerung des in der Mittellinie der Wurzel befindlichen prosenchymatischen Gewebes bildet sich hier ein dem Rindenparenchym gleiches Gewebe weiter, cylinderförmiger Zellen, nach Auſsen von einer Oberhaut bedeckt, aus dem die Zellenvermehrung hier beschlieſsenden Cambium hervor. Der Holzcylinder spaltet sich den Cambiumgruppen entsprechend in zwei Theile.

Wenden wir uns nun, nachdem wir uns von der übereinstimmenden Entwickelungsweise und dem ähnlichen Baue der verschieden gestalteten Palmenwurzeln überzeugt haben, noch einmal zurück zur näheren Betrachtung der Art und Weise ihres Wachsthumes auſserhalb des Rindengewebes des Stammes. Wir sahen, wie sich beim ersten Entstehen der Anlagen der Wurzel durch eine vermehrte Zellenbildung innerhalb des Holzcylinders, an der Spitze des noch cambialen Würzelchens ein Zellgewebe absonderte, das die übrigen Gewebesysteme, die sich aus dem ihm zunächst befindlichen Cambium hervorbildeten, schirmartig bedeckte. Es gehört dieses Zellgewebe nicht zu den, die ausgewachsene Wurzel zusammensetzenden Systemen und hängt auch nur mittelst des in der Mitte der Wurzelspitze befindlichen Cambiums mit derselben inniger

zusammen, indem das Gewebe derselben sich ebenso, wie das der eigentlichen Wurzel aus diesem Cambium vermehrt.

Von der Gröfse der Lebensthätigkeit der ganzen Pflanze, die wiederum durch die atmosphärischen Verhältnisse bedingt ist, hängt es ab, einen wie grofsen Raum dies Cambium in der Wurzelspitze einnimmt: bald ist es eine geringe Schicht an deren inneren (Stamm-) Seite die verschiedenen Gewebe der Wurzel grenzen, während nach Aufsen das grofszellige parenchymatische Gewebe der Wurzelmütze unmittelbar dasselbe bedeckt: bald nimmt das, durch den trüben Inhalt dunkel gefärbte Cambium einen grofsen Theil der Wurzelspitze ein, während das aus ihm sich hervorbildende Wurzelgewebe, mit einer trüben, schleimigen Flüssigkeit erfüllt, in dem kleine Stärkekörperchen schwimmen, nach und nach in die langgestreckten Zellen des Markes und der Rinde mit ihren Saftbehältern, durch Raphidenbündel von oxalsaurer Magnesia ausgezeichnet, so wie in den gewöhnlich sehr früh durch ihren klaren durchsichtigen Inhalt zu erkennenden Epidermialzellen übergeht, und ebenso nach Aufsen in die mit Stärke, jungen Zellen und einer schleimigen, durch das Vermischen mit Wasser sich trübenden Flüssigkeit erfüllten Zellen der Wurzelmütze sich umändert, denen andere etwas mehr ausgedehnte, mit einem klareren Inhalte und verschieden gefärbten Bläschen gefüllt, benachbart sind, die weniger Stärke in kleineren Körnern enthalten. Weiter nach Aufsen verschwindet dann diese Stärke immer mehr und der flüssige Zelleninhalt wird klarer, bis endlich auch dieser durch eine Luftart ersetzt wird, die auf Zusatz von Baryt- und Ammoniak-Lösung verschwindet, also Kohlensäure ist. Diese äufsersten Zellen trennen sich endlich von den darunterliegenden, während vom Cambium aus, wie beschrieben, neue Zellen an die Wurzelmütze hinzutreten. Es beruht daher auf einen Irrthum, wenn man glaubte, die Zellen der Wurzelmütze seien die ältesten der ganzen Wurzel oder gar nur abgerissene Theile der Rinde des Stammes (Endlicher's und Unger's Grundzüge 1843. § 169. Fig. 60 u. 61 und Schleiden's Grundzüge 1846 p. 118 und 119).

Als die wesentlichsten Vorgänge bei diesen Veränderungen des Inhaltes der Zellen der Wurzelmütze ist das Auftreten des Amylum in den aus dem Cambium gebildeten parenchymatösen Zellen, so wie das Verschwinden derselben in den etwas weiter ausgedehnten, dann mit einer schleimig-gummiartigen Flüssigkeit erfüllten, und endlich mehr nach Aufsen der Oberfläche zunächst, die Sättigung dieser Flüssigkeit mit Kohlensäure hervorzuheben. Diese Veränderung fand ich bei allen Wurzeln die ich untersuchte. Die Form der Zellen geht aus dem rundlichen Parenchym, das zunächst an das Cambium grenzt in vieleckiges und nach Aufsen endlich meistens in Cylinderparenchym über, dessen Längendurchmesser der Oberfläche der Wurzelspitze parallel liegt. Von den Ernährungsverhältnissen hängt es ab, ob diese cylindrische in die Würfel-Form übergeht, die dann nach Aufsen warzig hervorragt (Taf. VI. 4 c.), ähnlich wie die an der Luft gewachsenen Oberhautzellen der Wurzelrinde.

Ebenso werden durch die Ernährungsverhältnifse mannigfache Veränderungen in der Form und dem Inhalte der übrigen Gewebe der Wurzel hervorgerufen durch deren Kenntnifs nur es mir möglich erscheint, über die Wurzelthätigkeit überhaupt, wie besonders über die Funktion des Gewebes der Wurzelmütze, Andeutungen zu erhalten, die vielleicht über die Ernährungsweise der Wurzel und deren Bedeutung

für die Ernährung der oberirdischen Theile der Pflanze bei fortgesetztem Studium Aufklärung geben können.

Zu diesem Zwecke beobachtete ich, nachdem ich mir eine genaue Kenntnifs des Baues der gesunden, ungestört ausgebildeten Wurzel und des Inhaltes ihrer Gewebezellen zu verschaffen gesucht, verschiedene krankhafte Zustände derselben, die ich in der Natur vorfand oder selbst veranlafste. Ich werde dieselben hier zur Prüfung vorlegen, damit jeder sich selbst überzeugen kann, wie weit dieselben zu allgemeinen Schlüssen berechtigen, indem ich nochmals bevorworte, dafs ich zwar durch die zahlreichsten Untersuchungen mich bemühte, die regelmäfsige Beschaffenheit des Wurzelgewebes kennen zu lernen um darnach auf etwa vorgegangene, oft krankhafte Veränderungen bei der künstlichen Ernährung schliefsen zu können, dafs ich hierüber dennoch nicht immer eine unbedingte Gewifsheit erreichen konnte, da es natürlich nicht möglich ist, dieselbe Wurzel vor und nach dem Versuche zu untersuchen, ich vielmehr mich darauf beschränken mufste, andere, anscheinend unter gleichen Bedingungen gewachsene Wurzeln, wo möglich von derselben Pflanze, zu untersuchen, um über die Veränderungen ihrer Bildungsvorgänge, während der krankhaften Ernährungsweise urtheilen zu können.

Die folgenden Versuche und Beobachtungen beziehen sich auf die Wurzeln der *Iriartea praemorsa,* von der ich die 4‴—6‴ dicken, die noch nicht die Erde erreicht hatten, nahm, da diese leichter unbeschädigt abgeschnitten werden konnten.

Einige Wurzeln, die von dem Stamme getrennt zwei Tage mit der Spitze in Wasser gestanden hatten, enthielten in dem Gewebe der Wurzelmütze gar keine Stärke, alle Zellen waren sehr vergröfsert, die Häute derjenigen der äufsersten Spitze stark verdickt, alle enthielten einen klaren flüssigen Inhalt mit einem scharf begrenzten Zellkerne, dessen trüber Inhalt durch Eisenchloridlösung grünlich-dunkel gefärbt wurde. In dem jüngsten Rindengewebe enthielten viele senkrechte Zellenreihen Raphidenbündel von oxalsaurer Magnesia[1]). Der Zellsaft enthielt eine Säure, die die Kohlensäure des kohlensauren Ammoniakes unter Aufbrausen abschied. (Oxalsäure?)

Nachdem eine andere Wurzel 24 Stunden mit der Spitze in Wasser gestanden hatte war noch nicht alle Stärke verschwunden. Zu Anfang des Versuches hatte ich mehrere Wurzeln untersucht, und fand immer in dem Gewebe der Wurzelmütze grofse Stärkemehlbläschen.

Mehrere von dem Stamme getrennte Wurzeln die zu gleicher Zeit in Wasser, in Kohlensäure, in kohlensaures Ammoniak, in humussaures Ammoniak und in huminsaures Ammoniak gestellt wurden, zeigten darauf folgende Beschaffenheit: Die Zellen der Wurzelmütze, die zwei Tage in Quellwasser gestanden hatte, enthielten noch Stärke, doch nur als sehr kleine Körner: der Zellkern, dessen nach der Spitze gewendeten Oberfläche sie anlagen, war in vielen Zellen sehr stark vergröfsert, oft lagen dann das Stärkmehl und der übrige körnige Inhalt der Mutterzelle so zwischen ihren äufseren, nach der Spitze gerichteten Wandungen und dem grofsen zu einer Zelle ausge-

[1]) Es waren diese Krystalle in Wasser, Essigsäure, Alkohol, Aether und Ammoniak schwerlöslich, dagegen wurden sie durch Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure sehr leicht aufgelöst. Sowohl wegen dieser sehr raschen Lösung in Schwefelsäure, wie auch wegen der Armuth des Bodens an Kalksalzen bei vorherrschendem Bittererde-Gehalte, glaubte ich, diese Krystalle nicht für Kalk halten zu dürfen, doch fehlt noch eine genauere Untersuchung.

dehnten Kerne, dafs man den Anblick des von Hartig „gespaltene Ptychodenhaut" genannten Zellensystemes hatte. Ammoniaklösung färbte den gummiartigen, dünnflüssigen Inhalt der Zellen nicht. Die Anzahl der mit Raphidenbündeln gefüllten Zellen war auffallend vermehrt.

Auf der Schnittfläche einer 5‴ dicken Wurzel war ein mit Quecksilber gefülltes, doppelt heberförmig gebogenes Glasrohr befestigt worden, um den etwa während der Wasseraufnahme eintretenden Saftdruck zu erkennen: das Quecksilber des langen, aufwärts gekrümmten Rohres fing sogleich an zu fallen, erreichte 6‴, und erhielt diesen Stand 48 Stunden. Bei einem zweiten Versuche fiel es ebenfalls 6‴, und bei einem dritten um 12‴. Das Mikroskop zeigte bei allen ähnliche Verhältnisse wie oben angegeben.

Obgleich also, wie die Beschaffenheit des Gummi in den Zellen deutlich zeigte, Wasser aufgenommen war, (die Zellen und Fasern der ganzen Wurzel waren mit Flüssigkeit erfüllt) eine Vermehrung der Flüssigkeits-Menge im Wurzelgewebe stattgefunden: hatte dieselben keinen Druck auf die Quecksilbersäule ausgeübt, vielmehr deutete der veränderte Stand der letzteren auf eine Verringerung des Gasvolumens, das sich zwischen der Flüssigkeit des Wurzelgewebes und dem Quecksilber befand.

Ich schrieb es der in dieser Luft enthaltenen Kohlensäure zu, die von dem flüssigen Zellsaft stark aufgesogen wird, wiederholte daher den Versuch noch einmal in der Weise, dafs ich ein heberförmig gebogenes mit Kohlensäure angefülltes Glasrohr auf die Schnittfläche der Wurzel befestigte und darauf den zweiten Schenkel in Quecksilber tauchte; sogleich wurde dies in dem Rohre in die Höhe gezogen und stieg rasch um mehrere Zolle, was ich als Bestätigung meiner Voraussetzung ansah.

Eine andere Wurzel befestigte ich mit der befeuchteten Spitze luftdicht in ein mit Kohlensäure gefülltes, unten offenes Glasrohr das durch Quecksilber abgesperrt wurde; auf die Schnittfläche wurde gleichzeitig das mit Quecksilber gefüllte Steigerohr gesetzt. Nach zwei Tagen war von der Wurzel 15 C. C. Kohlensäure aufgesogen, während das Quecksilber im Steigerohre 1‴.0 stieg. Bei einem zweiten Versuche, bei dem eine ähnliche Menge Kohlensäure aufgesogen wurde, veränderte sich der Quecksilberstand fast gar nicht, bei einem dritten um 1‴.2. Das Mikroskop zeigte folgende Verhältnisse in dem Gewebe der Wurzelmütze: der Zellkern war etwas vergröfsert, sehr scharf begrenzt, enthielt eine körnige Flüssigkeit die durch Jod gelb gefärbt wurde, Amylum war sehr wenig als kleine Körner zu erkennen, die dem Zellkerne anklebten. Die in den Mutterzellen enthaltene Flüssigkeit war dunkler wie bei dem ersten Versuche, (s. o.) wurde durch Eisenchloridlösung getrübt, durch Ammoniak grün gefärbt, sie war weniger leichtflüssig. Die Häute derselben selbst waren punktirt-verdickt.

In den oberen Theilen der Wurzel wurden die dünnwandigen, gummihaltigen Zellen, die die weiteren Gummifasern des Markes und der Rinde zunächst umgeben, durch Eisen- und Ammoniak-Lösung gleichfalls grün gefärbt. Die Verdickung der Bastfasern schien nicht befördert zu sein, doch wurden dieselben durch verdünnte Schwefelsäure schneller roth gefärbt. Eine Bildung von rothem Farbestoffe in dem Gewebe der Wurzelrinde und der Wurzelmütze, die ich sonst sehr selten antraf, schien durch die Kohlensäure hervorgerufen[1]).

[1]) Bei einer *Geonoma* sah ich sehr deutlich, dafs der rothe Farbestoff, der durch Ammoniak blau gefärbt wird,

In diesem Falle also übte der durch die Aufnahme von Kohlensäure vermehrte und veränderte Zellsaft einen Druck auf die in dem oberen Theile der Wurzel enthaltenen gasförmigen oder tropfbaren Flüssigkeiten, der sich hier durch das Steigen des Quecksilbers bemerkbar machte, den die Tränkung der Zellenwände, die Füllung der Zwischenzellgänge und die vielleicht stattfindende Vermischung des Inhaltes derselben mit Wasser nicht hervorzubringen vermochte. Man kann wohl annehmen, daſs diese Spannung sich bei der noch mit dem Stamme verbundenen Wurzel auf diesen fortgesetzt und in ihm ein Steigen der Nahrungsflüssigkeit bewirkt haben würde. (Man vergleiche meine Untersuchung über „das Bluten des Rebstockes unter den Tropen“ in dem nächsten Hefte von Poggendorff's Annalen.)

Wurde die noch mit der Pflanze verbundene Wurzel in einen Behälter voll Kohlensäure luftdicht eingesetzt, so absorbirte dieselbe in 24 Stunden 1000 CC dieses Gases, wovon 750 CC auf die ersten 12 Stunden, 250 CC auf die übrige Zeit kamen. Der Versuch wurde zweimal wiederholt, doch nicht weiter fortgesetzt, weil die Verringerung des kohlensaures Gases gegen das Ende fast gänzlich nachlieſs und die Blätter der Pflanze welk wurden. Das Mikroskop zeigte dieselben anatomischen Verhältnisse wie die abgeschnittene, in Kohlensäure gesetzte Wurzel: Vergröſserung der Mutterzellen der Wurzelmütze mit oft gleichzeitig eintretender punktirter Verdickung ihrer Häute, eine groſse, im Innern derselben schwimmende Tochterzelle (Zellkern mit Kernkörperchen), ein flüssiger, klarer, durch Jod und Ammoniak wenig sich färbender Saft in den Zellen, zuweilen derselbe in einzelnen Zellen der Wurzelmütze und der Rindenzellen roth gefärbt, Stärke nur in den jüngsten, dem Cambium nahen Zellen vorhanden, die Zellen der Oberhaut warzig nach Auſsen verlängert.

Bei einer zwei Tage in Kohlensäure gewachsenen Wurzel der *Chamaedorea gracilis* waren die Oberhautzellen zum Theil in Haare ausgewachsen, zum Theil eben so warzig geformt. Diese, wie die ältesten Zellen der Wurzelmütze, die weiten Gummigefäſse und die Bastfasern waren häufig mit Kohlensäure gefüllt.

Derselbe Versuch wurde mit Wurzeln der *Geonoma undata* angestellt. Auch hier hatten darauf die Zellen der Oberhaut sich stark nach Auſsen verlängert. Amylum war in den Zellen der Wurzelmütze fast gar nicht vorhanden, während es in der gesunden Wurzelspitze nie fehlte, dagegen war hier eine gröſsere Menge von Raphidenbündeln in den Rinden- und Mark-Zellen.

Die Versuche über die krankhaften Veränderungen der Palmenwurzeln während ihrer Ernährung und ihres Wachsthumes in Kohlensäure wiederholte ich nun mit kohlensaurem Ammoniak. Ich stellte ein Glasröhrchen mit einer geringen Menge dieses Salzes in den leeren Schenkel des Steigrohres, den ich an die Schnittfläche der Wurzel befestigte, während die freie Spitze der Wurzel feucht erhalten wurde. Der Stand des Quecksilbers im Steigrohre wurde indessen in zwei Tagen nicht ver-

und der trübe, gelbliche oder weiſse Zelleninhalt der auf Zusatz von Ammoniak eine grüne Farbe annimmt, in zwei Tochterzellen enthalten waren, die sich gemeinschaftlich in einer Mutterzelle der Wurzelmütze befanden. In den dem Cambium näheren Zellen war der Zellkern röthlich gefärbt und nahm auf Zusatz von Ammoniak eine blaue Farbe an. Alles deutete darauf hin, daſs dieser rothe Farbestoff sich in den Tochterzellen während ihres Wachsthums bilde, also nicht in einer besonderen Sekretionszelle; es ist eine Nahrungsflüssigkeit, gleichbedeutend mit dem gummiartigen Schleime, der durch Ammoniak grün gefärbt wird und der, wie es scheint, in Folge der Auflösung des Stärkemehls entsteht. Vielleicht bewirkt die Kohlensäure die Veränderung dieses farblosen oder gelblichen Schleimes in die rothgefärbte Flüssigkeit, die mitwirkenden Einflüsse sind mir indessen nicht bekannt geworden.

ändert. Die Schnittfläche der Wurzel war hierauf dunkel grünlich gefärbt, das Mikroskop zeigte in den Zellen der Wurzelrinde Chlorophyllbläschen, die sonst nicht in den Wurzeln der *Iriartea* sich finden. Ferner waren die Kernzellen (Zellkerne) bedeutend vergröfsert, sie besafsen fast die Gröfse der Mutterzellen und enthielten meistens zwei Kernkörperchen die sich zn kleinen, sehr scharf begrenzten Bläschen ausgedehnt hatten; diese inneren Zellenvegetationen fanden sich in allen Formen der Wurzelzellen.

Die Zellen der Wurzelmütze enthielten viele grofse Stärkmehlbläschen; Raphiden schienen nicht vermehrt zu sein. Die Prosenchymzellen in der Nähe des Cambium-Cylinders, die später wie Bastzellen verholzen, enthielten einen gallertartig aussehenden Stoff der sich in Wasser löste und Körnchen und Bläschen hinterliefs.

Bei Wiederholung des Versuches zeigte sich derselbe Erfolg. Eine andere Wurzel setzte ich in eine wäfsrige Lösung von kohlensaurem Ammoniak, auch hier veränderte sich der Stand des Quecksilbers in dem Steigerohre nicht. Nach zwei Tagen befanden sich in den Zellen der Wurzelmütze viele kleine, gelblich aussehende Stärkebläschen in einer schleimigen, durch Jod sich gelb färbenden Flüssigkeit und Zellkerne, die gleichfalls das undurchsichtige Ansehn besafsen, das die mit dem gallertartig-festen Stoffe gefüllten Prosenchymzellen des Markes zeigten. Das cambiale Gewebe der Wurzelspitze war bedeutend vergröfsert und mit einer gelben, trüben Flüssigkeit angefüllt, die durch Salpetersäure noch tiefer gefärbt wurde.

Um mich zu überzeugen, dafs wirklich Ammoniak von dem Wurzelgewebe aufgenommen werde, brachte ich die unbeschädigte Wurzel einer *Iriartea*, die noch mit dem Stamme zusammenhing, in eine sehr verdünnte Lösung von 3 Gran kohlensaurem Ammoniak und vermischte die noch ungefärbte Flüssigkeit, nachdem die Wurzel drei Tage darin gestanden mit Chlorwasserstoffsäure, nahm den nach Verdampfung der gröfsten Menge des Wassers gebliebenen Rückstand mit Spiritus auf und schlug nun das Ammoniak mit Platinchlorid nieder. Nach dem Glühen dieses Niederschlages erhielt ich 0,167 grm Platin; es hatte sich also das kohlensaure Ammoniak fast um $\frac{2}{3}$ verringert.

Endlich machte ich sehr zahlreiche Versuche mit ähnlichen Wurzeln der *Iriartea* die ich vom Stamme abgeschnitten in Lösungen von humus- und huminsaurem Ammoniak setzte. Es zeigte sich kein Unterschied in der Wirkung der beiden Substanzen. Nachdem die Wurzeln zwei Tage mit der Spitze in diesen Flüssigkeiten gestanden, war das ganze Gewebe der Wurzelmütze und das des Wurzelmarkes und der Rinde in der Nähe des Cambiums mit Stärkmehl angefüllt. Die Zellkerne enthielten eine körnige Flüssigkeit, die durch Jod gelb, durch Ammoniak grünlich gefärbt wurde. Auch das Cambium und die Zellen der Wurzelmütze färbten sich durch Ammoniak grün, der Oberfläche näher erschien nicht diese grüne Farbe auf Zusatz von Ammoniak und die ältesten äufsersten Zellen der Wurzelmütze, wie die der Epidermis, enthielten Kohlensäure. Durch Eisenchloridlösung wird der Inhalt der Zellen grünlich gefärbt und gerinnt auf den Zusatz von Alkohol. Im letzteren Falle trennten sich die verschiedenen Häute der ineinander befindlichen Zellen, wodurch es deutlich wurde, dafs das Amylum innerhalb der zweiten (innern) Zelle und der schleimige durch Ammoniak sich grün färbende Stoff in einer dritten (innern) Zelle, dem vergröfserten Zellkerne, befindlich war. — Raphiden waren sehr wenig in den prosen-

chymatischen Zellenreihen der Rinde und des Markes enthalten, die in älteren Theilen der Wurzel verdickte Wandungen besitzen. Die Form der Zellen der Wurzelmütze war eine cylindrische, parallel der Axe der Wurzel, während dieselben, wenn die Wurzel in Kohlensäure gestanden hatte, würfelförmig, nach aufsen warzig erweitert waren; die jüngeren Epidermalzellen lagen eng nebeneinander, die jüngsten, die in der natürlich ernährten Wurzel immer zuerst von dem Cambium gesondert werden, waren von dem benachbarten Gewebe noch nicht zu unterscheiden. Alles deutete auf eine vermehrte Zellenbildung bei vermindertem Zellenwachsthume.

Das Quecksilber in dem Steigerohre, das ich auf die Schnittfläche mehrerer Wurzeln setzte, veränderte nicht seinen Stand. Zuweilen fand sich in den weiten Gummifasern nach dem Versuche noch Kohlensäure.

In anderen Wurzeln, die vier Tage in den organischen Ammoniakverbindungen gestanden hatten, war weniger Stärke vorhanden, dagegen schien sich die Menge der Raphiden und des schleimigen Inhaltes der dritten (inneren) Zelle (des vergröfserten Zellkernes) vermehrt zu haben. Die Häute der äufseren Zellen der Wurzelmütze waren verdickt, einige derselben, so wie viele der Prosenchymzellen der Holzbündel enthielten den gallertartigen Stoff, der sich, wie oben beschrieben, im Wasser löst; er wurde hier durch Jod gelb oder bräunlich gefärbt, gewöhnlich bleibt er sonst bei natürlich ernährten Pflanzen farblos.

In Wurzeln, die acht Tage mit der Spitze in einer gleichen Flüssigkeit gestanden hatten, war keine Stärke aufzufinden, nur die jüngeren, dem Cambium zunächst befindlichen Zellen der Wurzelmütze enthielten den durch Ammoniak grün gefärbt werdenden Schleim, der sich überdies in den prosenchymatischen, später verholzenden Bastzellen vorfand; die den Gummifasern zunächst befindlichen Zellen waren mit dem festen, gallertartigen, in Wasser löslichen Stoffe angefüllt. Die Spiralfasern waren bis nahe in die Spitze der Wurzel bis zum Cambium verlängert, die Zusammensetzung derselben aus Spiralzellen war hier besonders deutlich zu erkennen. Die jüngeren Epidermalzellen standen sehr gedrängt nebeneinander und waren wenig ausgebildet, die äuferen Zellen der Wurzelmütze waren meist cylinderförmig. Alle Zellen waren voll deutlicher grofser Kerne, die durch Eisenchloridlösung dunkelgrünlich gefärbt wurden. In den Gefäfsen war kein kohlensaures Gas zu erkennen, sie waren mit Flüssigkeit angefüllt.

Fassen wir nun alle diese, in Folge der krankhaften Ernährung der Iriarteen-Wurzeln eingetretenen Erscheinungen zusammen, so lassen sie den allgemeinen Schlufs zu, dafs die Einwirkung der Kohlensäure die Entfaltung, die Ausdehnung der Zellmembran befördert, die stickstoffhaltigen Stoffe dagegen der Zellenvermehrung günstig sind. Stärke scheint nur bei der Gegenwart stickstoffhaltiger Nahrungsmittel gebildet zu werden, und auch die dann anfangs erzeugte, bei längerer Einwirkung desselben Stoffes, später wieder für die Bereitung anderer Nahrungssäfte verbraucht zu werden.

Die in dem Zellgewebe enthaltene Stärke, so wie die in Folge des Zuflusses von Stickstoff-Verbindungen anfangs gebildete, wird bei einer ausschliefslichen Ernährung durch reines Wasser, durch Kohlensäure oder dieselben Stickstoff-Verbindungen verflüssigt: während sich, besonders ausgezeichnet im letzteren Falle, in der auswachsenden dritten (inneren) Zelle ein schleimiges Gummi ansammelt. Längere Einwirkung von Kohlensäure auf das Wurzelgewebe der Palmen scheint die Bildung

von Oxalsäure zu befördern, die bei Gegenwart von erdigen Basen mit diesen sich verbindet und in den später zu Bast sich verändernden Zellen auskrystallisirt. Nach der länger fortgesetzten Ernährung vermittelst humussaurer oder huminsaurer Verbindungen fand ich öfter auch in den weiten Zellen des Markes und der Rinde, die später zu Netzfasern sich vereinigen, Krystallbündel dieser oxalsauren Magnesia, während die zunächst umgebenden, später verholzenden Zellen mit dem durch Ammoniak sich grün färbenden Schleime erfüllt waren. Vielleicht wird auch die Bildung der Spiralfasern durch das stickstoffreiche Nahrungsmittel befördert. Die Gestalt der äufseren Zellen der Wurzelmütze und der Epidermis nähert sich nach der Ernährung durch Kohlensäure mehr der würfelförmigen, nach der Ernährung durch Stickstoffverbindungen mehr der cylindrischen; in dem ersteren Falle wird die gleichförmige Verdickung der Haut der Mutterzelle, (ähnlich wie bei dem hornigen Eiweifse) so wie die punktirte Verdickung der (zweiten) inneren Zelle und die Ausdehnung der folgenden dritten Zelle (Zellkern) befördert. —

Die Wurzel einer *Chamaedorea gracilis*, deren Stamm schon seit einem halben Jahre einige Fufs über der Erde abgeschnitten war, enthielt in der noch frischen, lebenden Spitze fast gar keine Stärke, ganz kleine Körnchen ausgenommen, die sich in den, dem Cambium zunächst befindlichen Zellen fanden. Die Zellen aller Gewebe der Wurzel waren sehr regelmäfsig ausgebildet, jede mit einem scharf begrenzten, grofsen Zellkerne, der in einer körnigen Flüssigkeit ein deutlich als Bläschen erkennbares Kernkörperchen enthielt. Die Spiralfasern erreichten lange nicht die Spitze des Cambiumcylinders und endeten hier nicht als solche, sondern als punktirt-verdickte Fasern. Die Holz- und Bast-Zellen des Markes und der Rinde die in der gesunden Pflanze eine durch Jod sich gelb färbende, gummiartige, schleimige Flüssigkeit enthalten, waren hier mit einem hellen, klaren Safte angefüllt, der durch Jod nicht gefärbt wurde. Die Querscheidewände waren noch nicht resorbirt. In dem Marke besafsen dieselben noch die dünnen Wandungen, wo in gleicher Höhe die Bastfasern der Rinde schon verholzt waren. (In der gesunden Wurzel sind die weiten Gummifasern und die Bastzellen der Rinde und des Markes bis zu gleicher Höhe verdickt.) Diese schon verholzten Fasern der Rinde enthielten noch Raphiden, die sich auch in der nicht verholzten Verlängerung bis in die Nähe des Cambiums in grofser Menge vorfanden.

Bei einer zweiten Wurzel, die gleichfalls an einem Stammende gewachsen, dessen Krone abgeschnitten war, verhielten sich alle diese Zustände sehr ähnlich. — Es scheinen diese Beobachtungen für die aus den oben mitgetheilten Versuchen geschlossenen Folgerungen zu sprechen, dafs die Gewebe der Wurzeln sich beim Vorhandensein von Kohlensäure auszudehnen vermögen durch Vergröfserung der angelegten Zellen, dafs jedoch beim Mangel der nothwendigen Stickstoffverbindungen (diese konnten weder von den Blättern durch den Stamm, noch von dem Boden gegeben werden, da die Beobachtungen in die regenlose Zeit fielen) die Bildung von Zellen und gewisse Wachsthumserscheinungen derselben unterdrückt werden. — Diese Thatsachen zeigen ferner, dafs die Wurzeln, in einem gewissen Grade, unabhängig von der Einwirkung der Blätter fortbestehen können, dafs ihre ganze Thätigkeit wahrscheinlich nur bezweckt, Stoffe hervorzubringen, durch deren Hülfe den oberen Theilen der Pflanze die nöthige Feuchtigkeit und die zu ihrem Bestehen erforderlichen minera-

lischen Stoffe zugeführt werden, so wie die Blätter die Gase aus der Atmosphäre ansammeln und dem Stamme zuführen, die sowohl für die Ernährung der Gewebe bestimmt sind, wie auch das Aufsteigen jener Flüssigkeiten erleichtern.

Wenn ich in Folge der mitgetheilten Beobachtungen der Bildungs- und Wachsthums-Erscheinungen der Wurzel wagen darf, eine Vermuthung über die Thätigkeit des, allen wirklichen Wurzeln eigenthümlichen, als Wurzelmütze bezeichneten Theiles auszusprechen, so ist es die, dafs mir dies Gewebe dazu bestimmt scheint, die unorganischen Stoffe aus der Umgebung zu sammeln und in die Wirkungsweite der assimilirenden Thätigkeit des Pflanzengewebes zu führen.

Die äufserste Zellenschichte fanden wir mit Kohlensäure, die daran grenzende mit einer Flüssigkeit erfüllt, die nach Berührung von verdünnter Schwefelsäure gleichfalls eine Luftart (Kohlensäure) entliefs. Weiter nach Innen sahen wir die dritte, innere Zelle im Wachsthume begriffen, während sich ein schleimig-gummiartiger Stoff in ihr absonderte und gleichzeitig die Stärke sich verminderte, die in den, dem Cambium noch näher liegenden Zellen in gröfserer Menge vorhanden war. Durch Versuche mit Wurzelspitzen wie anderen Pflanzentheilen, die einen diesem Schleime, wie es schien, gleichen Stoff enthielten, überzeugte ich mich von dem bedeutenden Absorbtionsvermögen desselben für Kohlensäure. Die mit diesem Stoffe erfüllten Zellen der Wurzelmütze, die äufserste der mit Flüssigkeit erfüllten Schichten derselben, darf man darnach wohl als die, besonders die Kohlensäure absorbirenden Organe ansehen, die dem Cambium näheren sind noch in der Entwickelung begriffen, in ihnen ist jedoch sowohl das Wachsthum wie die Neubildung beendet, sie liegen entweder der Oberfläche zunächst oder sind nur von einer wenig zusammenhängenden Schicht mit gasförmiger Kohlensäure erfüllter Zellen bedeckt. Kommt nun dies Gewebe mit Feuchtigkeit in Berührung, so werden nicht nur die für dieselbe durchdringlichen Zellhäute mit ihr getränkt, sondern diese werden auch, bei überwiegender Masse von Flüssigkeit, die Mischung beider Stoffe, des Ein- und Ausgeschlossenen, nach den Gesetzen der Anziehung beider, gestatten müssen. Sie werden getödtet.

Durch diese Diffusion ist das noch assimilirende Gewebe der Wurzelmütze zunächst umgeben von einer an Kohlensäure reichen Lösung in Wasser oder von demselben Stoffe gemischt mit einer organischen Flüssigkeit; jedenfalls das beste Lösungsmittel nicht nur für Ammoniak und die übrigen Alkalien sondern auch für die in reinem Wasser schwerlöslichen mineralischen Stoffe, die später einen Bestandtheil des Pflanzengewebes ausmachen.

Dieses Gemisch unorganischer und organischer Lösungen tränkt nun die trockneren Zellhäute, füllt die engen Zwischenzellräume, löst die in diesem durch Austrocknen verdichteten Stoffe (die Zwischenzellsubstanz) und gelangt so zu den verschiedenen Geweben des Pflanzenkörpers von denen jedes sich auf eine seiner Natur und Stellung im Organismus entsprechenden Weise, in Folge der Imbibition und Assimilation dieser Flüssigkeit verändert und auf dieselbe verändernd einwirkt: das Cambium anders wie die benachbarten Stärke enthaltenden Zellen und diese wieder in anderer Weise wie die Sammler der oxalsauren Salze oder die mit Gummi angefüllten Zellen und Fasern.

Fast überall sehen wir die Vergröfserung der Zellen von einer Absonderung eigenthümlicher Stoffe in ihrem Innern begleitet: dafs die veränderte Form der Zelle

auf eine veränderte chemische Zusammensetzung der Zellhaut deute, dafür sprechen die oben mitgetheilten Versuche und Beobachtungen über die Formveränderungen der Oberhaut der Palmen: dafs meistens die verschieden geformten Zellen einen verschiedenartigen Stoff als Inhalt umschliefsen, dies zeigt jedes aus verschiedenen Geweben zusammengesetzte Pflanzenorgan. Aller dieser Andeutungen der Assimilationsthätigkeit der Zellmembran und der stattfindenden Wechselwirkung derselben mit ihrem Inhalte ungeachtet, kann man sich, seit Dutrochet 1826 auf die Eigenschaft der Zellmembran eine Diffusion zuzulassen aufmerksam machte, nicht von dem Gedanken frei machen, die Diffusion bewirke die Vertheilung der Säfte in dem lebenden Organismus. In der That ein merkwürdiges Beispiel, wie leicht sich der menschliche Geist verleiten läfst, in der Freude über die Aufklärung einer dunklen Erscheinung, über das Erkennen eines verborgenen Gesetzes sich nicht nur der Hoffnung hinzugeben, durch dasselbe andere ähnlich scheinende Vorgänge verstehen zu lernen, sondern, der vorgefafsten Meinung vertrauend, selbst diese Uebertragung auszuführen ohne einmal die nothwendige, strenge Prüfung unternommen zu haben, die allein vor Irrthümern bewahren kann. Und so schwierig wäre es in dem vorliegenden Falle nicht gewesen, die Täuschung zu erkennen, denn die grofse Mannigfaltigkeit des Inhaltes der verschiedenen nebeneinanderliegenden Zellen zeigt auf einen Blick, dafs dieser Inhalt nicht dem Bestreben der verschiedenartigen Stoffe sich zu einem gleichartigen Produckte zu vereinigen, seine Entstehung verdanken könne.

V.

Das Blatt.

Die Entwickelung des ersten blattartigen Organes, des Sammenlappens, haben wir schon oben bei der Betrachtung der Keimung der Palmen verfolgt und zugleich gesehen, dafs die folgenden seitlichen Ausbreitungen auf gleiche Weise sich von dem ursprünglich elliptischen Zellenkörper absondern, indem sie unterhalb der gleichzeitig fortwachsenden Spitze des embryonalen Stammkörpers sich an dessen Oberfläche als ringförmiger Wulst erheben[1]) und sich durch Zellenvermehrung des cambialen Randes dieses Wulstes scheidig verlängern, während die in dem Cambium des ursprünglichen Keimlings entstandenen Spiralfasern sich mit der gleichzeitigen, theilweisen Umbildung des Grundes dieser Scheide in dieselbe hinein verlängern.

Die eine Seite dieser Scheide, und zwar diejenige, die dem Samenlappen gegenübersteht, nimmt etwas mehr an Dicke zu, wie die in seiner Achsel befindliche, es

[1]) Man hat die Frage aufgeworfen, ob das Blatt aus einer Zelle der Stammspitze entstehe oder aus einer Zellengruppe; bei den Palmen ist die erstere Bildungsweise nicht zu beobachten, es findet sich die erste Anlage des Blattes stets als ringförmiger Wulst die ganze Stammspitze umfassend, so wie die Eihüllen an dem Eikerne entstehen. In beiden Fällen ist wohl kaum daran zu denken, den Anfang der Wachsthumsthätigkeit in einer Zelle zu entdecken; es ist ein bestimmter Abschnitt des Cambiumgewebes des Gipfeltriebes in welchem eine Vermehrung der Zellenbildung eintritt. Dafs die Entwickelung der Eihüllen nicht ungegründet mit der Entwickelung der Blätter verglichen werde, dafür spricht die Ausbildung derselben zu wirklichen, blattartigen Organen an den Samenknospen der *plantae viviparae* z. B. bei *Poa* und *Festuca*.

ist die Andeutung derjenigen Stelle, die an den mehr entwickelten Blättern die Blattfläche trägt. In diese Seite hinein verlängert sich auch die erste der in dem Umkreise des Stammkörpers des Keimlings entstandenen Spiralen, als die erste Grundlage eines Holzbündels, das als die Mittelrippe diese Scheide durchzieht und sich durch die gröfsere Anzahl von Holzfasern und Bastzellen, die sich aus dem sie umgebenden Cambium bilden, von den übrigen in bestimmten Abständen im Scheidengewebe vertheilten Holzbündeln auszeichnet. Dieser Kreis oder Ring von Holzbündeln nimmt, wie oben angegeben, von dem cambialen Knospengrunde seinen Anfang, ihm folgt ein anderer mit jeder neuen Blattanlage, die nach der Verlängerung des Stammkörpers des Keimlings nicht mehr in dem Knospengrunde selbst, sondern später in dem nach oben verlängerten, die Spitze des Knospengewebes mit dem Grunde verbindenden cambialen Umkreise desselben beginnen, an dessen inneren und äufseren Oberfläche sich überdies Parenchymgewebe als Mark und Rinde absondert. Es ist dies derselbe Vorgang, den wir später bei allen übrigen sogenannten Gefäfspflanzen wieder finden werden, nur dafs hier bei den Palmen der seltnere Fall eintritt, dafs ein ganzer Kreis von Holzbündeln sich von dem Umkreise des Holzcylinders fast gleichzeitig für das Blatt trennt, während gewöhnlich nur ein Bündel den Holzcylinder unterhalb der Blattanlage verläfst, dem später jederseits wohl noch einige folgen.

Auch das folgende Blatt erhält noch meistens keine Blattfläche, es ist wie das vorhergehende ein einfaches, zusammenhängendes Rohr, das die nächsten, jüngeren Blattanlagen und die auswachsende Gipfelknospe selbst scheidenartig umgiebt; der obere Rand ist meistens schräg zugespitzt, wobei die Spitze der verdickten Seite der Scheide aufgesetzt ist und in ihr das gröfste Holzbündel endet.

Es ist bei den verschiedenen Arten verschieden wie rasch die zunehmende Entwickelung der auf einander folgenden Blätter vor sich geht, meistens besitzt schon das dritte Blatt eine freie Fläche, die verlängerte plattenartige Ausbreitung des zugespitzten Randes der stärker entwickelten Seite der Scheide; es tritt dann auch mit dieser Formveränderung zugleich, eine veränderte Richtung des Verlaufes der Holzbündel ein, indem alle, die das Gewebe der Scheide der Länge nach durchziehen, von ihrem senkrecht aufsteigenden Wege abweichen und sich nach der Seite hin wenden die die Blattfläche trägt, wo sie dann, gedrängter nebeneinanderstehend, einen Halbkreis bilden.

Die erste Blattfläche ist meistens, sowohl bei den Palmen mit fächelförmigen, wie bei denjenigen mit fiederförmigen Blättern einfach, ungetheilt und längsfaltig, selten an der Spitze eingekerbt, wie z. B. bei den Arten der Gattung *Geonoma*. In diesem Falle hängen die beiden Lappen des Blattrandes noch während der Knospenlage bis in ihre Spitze innig zusammen und das sie verbindende Gewebe wird erst während der Entfaltung des Blattes zerrissen. Diesen einfacheren Blattformen folgen nach und nach zusammengesetztere, die den völlig ausgebildeten Blättern der erwachsenen Pflanze ähnlicher werden.

Der Bildungsvorgang dieser Letztern ist dem des einfachen Blattes ähnlich, doch durch ihre zusammengesetztere Form etwas verwickelter; in der Gipfelknospe eines erwachsenen, kräftigen Stammes sieht man alle Entwickelungsstufen nebeneinander. Entfernt man hier alle schon entfalteten Blätter und die älteren Blattanlagen behutsam nach einander, so kommt man endlich auf die ungetheilte halbkugelige Ver-

längerung der Stammspitze, die von einem wulstigen Ringe umgeben ist. Dieser Wulst, die erste Anlage eines Blattes, ist an einer Seite mehr verdickt, wie in dem übrigen Umkreise und zugleich in etwas älterem Zustande, ringsum so weit verlängert, dafs die cambiale Stammspitze mit der, etwa inzwischen gebildeten, folgenden, jüngeren Blattanlage überwachsen ist.

Einige Zustände dieser jüngsten Blattanlage habe ich von der *Chamaedorea gracilis* Willd. und *Iriartea praemorsa* Kl. auf der fünften Tafel gezeichnet. (Dafs die Gipfelknospe des Stammes nicht in der Mittellinie desselben liegt, bemerkt schon Casp. Friedr. Wollf in seiner *theoria generationis* 1774 § 44.) In Fig. 3. Taf. V. ist die Blattanlage der *Iriartea* so weit verlängert und das Gewebe zugleich so sehr ververmehrt, dafs die ursprünglich die Stammspitze umgebende cylindrische Oeffnung so weit verwachsen ist, dafs nur noch die Spitze des nächst jüngeren Blattes aus derselben hervorragt. Es ist dies der Ort, wo die scheidenartige Blattstielbasis in den einfachen, verlängerten Blattstiel übergeht. Dieser besteht jetzt aus einem zugespitzten, etwas breitgedrückten Zellenkegel, dessen Kanten rechts und links von der Axe des Stammes liegen. In dem cambialen Gewebe dieser Kanten entstehen querliegende, wulstartige Erhebungen, wodurch dieselben von unten bis in die Spitze eingekerbt erscheinen; doch ist diese Einkerbung nur scheinbar, hervorgebracht durch die starken seitlichen Hervorragungen des Randes, indem die eigentliche, äufserste Kante desselben nicht in die wulstartigen Erhebungen mit inbegriffen ist, sondern gradlinig über alle fortläuft.

Das Gewebe der Scheide und des Blattstieles ist zu dieser Zeit schon in Parenchym und Holzbündelanlagen gesondert, ersteres enthält kleine Stärkebläschen. In dem Grunde des Blattstiels zeigen sich in den cambialen Holzbündeln schon einzelne Spiralfasern, während in den oberen Theilen desselben eine solche nur in dem mittleren Holzbündel vorhanden ist.

Mit dem fortschreitenden Wachsthume und der Ausdehnung der Zellen des Blattstieles dauert gleichzeitig die Zellenbildung in dem inneren Gewebe des scheinbar eingekerbten, cambialen Randes desselben fort und zwar auf die Weise, dafs diese Kerben, die ersten Andeutungen der Blattfiedern nicht blos rechts und links sich ausdehnen und dadurch die früher etwas breitgedrückte Form des Blattstieles abrunden, sondern auch fast parallel mit dem Blattstiele in senkrechter Richtung emporwachsen, so dafs die oberen durch die nächst unteren gedeckt werden. In Fig. 4 habe ich den Zustand des Blattes gezeichnet, wo diese Anlagen der Blattfiedern — die an jeder Seite desselben alle, von der untersten bis zur obersten, durch die nicht ungleichförmig ausgewachsene Kante zusammen vereinigt sind, — die Ausdehnung erhalten haben, dafs der Blattstiel, aus dessen Oberfläche sie herangebildet wurden, ganz durch sie verdeckt ist. Das Gewebe derselben ist zu dieser Zeit noch durchaus cambial, nicht in Parenchym gesondert. Die Oberhaut besitzt keine Spaltöffnungen, während auch in den Holzbündeln des oberen Theiles des Blattstieles schon einzelne Spiralfasern gefunden werden. Diese Spiralfasern erscheinen zuerst in denjenigen cambialen Holzbündeln der Blattanlagen, die das innerste Parenchym des Blattstieles begrenzen; und zwar erhält sie als erstes das mittlere, dem Umkreise zugewendete Bündel, (Fig. 6a.) welches den ganzen Blattstiel, bis in die bei der Entfaltung des Blattes sich abtrennende Spitze, durchzieht; dann treten sie in den beiden zunächst

stehenden Bündeln auf, die das erste begleiten, und nach und nach auch in den entfernteren dieses Kreises, die sich in die Blattfiedern abzweigen, deren Mittelrippe sie bilden. Später erscheinen erst die Spiralfasern in den mehr nach Aufsen befindlichen Cambium-Bündeln (b) der Blattbasis, die gleichfalls sich in die Blattfiedern wenden und zwar von diesen wiederum in denjenigen zuerst, die dem Holzbündel (a) zunächst stehen. Derjenige Theil des zuerst entstandenen cambialen Wulstes (Taf. V. 1 u. 2), der nicht zum Blattstiele auswächst, hat sich inzwischen zu der Blattscheide ausgebildet und an der dem Blattstiele entgegengesetzten Seite ein wenig die Oeffnung der Scheide überwachsen Fig. 4c. und Fig. 5 wodurch dieser Theil an eine ähnliche Bildung des Samenlappens mancher Gräser erinnert, den Richard „epiblastus" nennt, z. B. *Triticum*, *Avena, Lolium*, *Olyra etc.* und den Mirbel, Bischoff, Lindley, Decandolle für einen zweiten Samenlappen halten, (vgl. Bischoff's Handbuch der bot. Term. p. 531) während Schleiden ihn gar für die ligula erklärt (Grundzüge p. 185 Fig. 153b.).

In noch älteren Blattanlagen bekommen auch die einzelnen Blattfiedern ebenfalls wellige Hervorragungen oder Einkerbungen, den Falten des vollständig angelegten Blattes entsprechend; doch auch in ihnen erstreckt sich diese Faltung des Gewebes nicht auf den oberen Rand desselben, so dafs alle Blattfiedern sowohl untereinander zusammenhängen, als auch die Falten jeder einzelnen durch einen nicht gefalteten Saum zusammengehalten werden. In Fig. 5 habe ich eine solche Entwickelungsstufe der Blattanlage der *Iriartea* gezeichnet, wo man deutlich sieht, wie jede einzelne gefaltete Blattfieder, deren obere durch die unteren bedeckt werden, von einem nicht gefalteten Rande eingefafst wird. In diesen Blattfiedern ist jetzt gleichfalls die Umbildung des Cambiums in Parenchym eingetreten, es enthält kleine Stärkebläschen; das Gewebe der Oberhaut ist angefüllt mit einer schleimigen Flüssigkeit in der die tertiäre Zelle, der Zellkern, schwimmt; die Spaltöffnungszellen zeichnen sich jetzt vor den übrigen Zellen der Oberhaut durch ihren Stärkegehalt aus, die Haut der Mutterzelle, die die beiden den Absonderungsstoff enthaltenden Zellen umhüllt, ist durchlöchert, und dadurch der Atmosphäre der Zutritt zu dem Parenchyme des Blattes gestattet; man sieht, dafs von diesen Stellen aus sich die Zwischenzellräume mit Luft füllen; die cambialen Holzbündel derselben enthalten einzelne Spiralfasern, es sind Verlängerungen der Faserbündel des Blattstieles, die dort, wie oben beschrieben, das mittlere Parenchym einfassen; aus einem solchen Bündel entspringen die Fasern mehrerer Blattfiedern in verschiedener Höhe des Blattstieles.

Das Gewebe des Blattstieles ist zu dieser Zeit mit grofsen Stärkebläschen angefüllt, die Entwickelung der Holzbündel ist sehr viel weiter vorgeschritten, vor den zuerst gebildeten Spiralfasern stehen andere, gleichfalls abrollbare, weitere Fasern zu einem Bündel vereinigt. Die weiten Gummifasern des Bündels sind noch nicht angelegt. In der, auf das erste Erscheinen der Spiralfasern folgenden Verholzung der cambialen Bündel tritt später eine veränderte Folge ein, da dann die äufseren, der Oberfläche (und zwar der unteren) zunächst stehenden Bündel zuerst verholzte Fasern und Bastzellen erhalten. Die scheidige Basis des Blattstieles verhält sich ähnlich wie dieser, doch sind die Höhlen aller Zellen mehr erweitert.

Das Gewebe des nicht gefalteten Blattrandes ist in seiner Entwickelung demjenigen der Blattfiedern immer etwas voraus. Es verhält sich, hinsichts dieser früh-

zeitigen Entwickelung, wie ein Epidermalgewebe, doch ist es, wegen der in ihm ununterbrochen sich verlängernden Holzbündel, durchaus nicht dazu zu rechnen. Es besitzt schon Spaltöffnungen, wenn in der Oberhaut der Blattfiedern diese noch nicht aufzufinden sind. Es ist grofszellig, enthält in den Zellen einen klaren, schleimigen Zellsaft und einen sehr deutlichen Zellkern. Die Zwischenzellräume sind hier schon mit Luft erfüllt, wenn das kleinzellige Gewebe der Blattfiedern noch mit einer trüben, schleimigen Flüssigkeit getränkt ist und viele endogene Zellen enthält. Die Holzbündel verlängern sich aus den Blattfiedern in diesen Rand, in welchem sie bis zur Spitze verlaufen.

Nach der vollständigen Ausbildung des Blattes mufs sich nun, bei der von oben beginnenden Entfaltnng desselben, die zusammengefaltete Blattfläche von dem diese Falten zusammenheftenden Blattrande trennen. Dieser, der sowohl mit dem unteren Theile des Blattstieles wie mit der Spitze zusammenhängt, bleibt bei gewissen Pflanzen noch einige Zeit im Umkreise der sich ausbreitenden Blattfiedern ausgespannt; es ist dies besonders bei den Gattungen der Fall, wo der sich abtrennende Blattrand eine bedeutendere Dicke und dadurch eine gröfsere Festigkeit und zugleich gröfseren Zusammenhang besitzt, wie z. B. bei der *Iriartea*; während bei anderen nur die Verbindungsstellen von einer Blattfiederspitze mit dem Rande der nächst höheren durchreifsen, in welchem die von jenem sich in diesen verlängernden Holzbündel befinden und das Parenchym gleichfalls zerrissen wird, welches die nebeneinanderliegenden Blattränder der verschiedenen Fiedern vereinigt. Durch diese Zerreifsung der Holzbündel der Blattspitzen, die sowohl die Mittelrippen der Blattfiedern, wie auch den ganzen gemeinschaftlichen Blattstiel durchziehen, und durch die zuerst eintretende Trennung einer kurzen stachelartigen Verlängerung des Blattstieles selbst, in welcher die Holzbündel dieses letzteren enden, werden fast alle in den gröfseren (wie wir bei der Betrachtung des Stammes sahen, die Mitte seines Markgewebes durchziehenden) Bündeln des Holzcylinders enthaltenen Fasern und Gefäfse dem unmittelbaren Zutritte der Atmosphäre geöffnet: es können jetzt dieselben mit denjenigen luftförmigen Stoffen sich unmittelbar füllen, die früher nur durch Hülfe der Spaltöffnungen und Zwischenzellgänge in ihre Nähe gebracht, und durch Vermittelung ihrer Häute von ihnen aufgenommen werden konnten. Taf. VI. 7 habe ich das Ende des Blattstieles des *Oenocarpus utilis* Kl. nachdem die Spitze desselben sich abgetrennt hatte, von oben gesehen, gezeichnet. Es ist eine Vereinigung mehrerer Holzbündel zu einem einzigen, das aus Bastzellen und Holzfassern nebst verholzten Netzfasern besteht.

Die durch diese eigenthümliche Einrichtung herbeigeführte Veränderung in dem Zutritte der Atmosphäre zu dem inneren Gewebe der Pflanze, ist ohne Zweifel auf die Ernährung desselben von einigem Einflusse. Vielfach angestellte sorgfältige, vergleichende Untersuchungen und Messungen des Blattes und seiner Gewebe haben mir bis jetzt das Ergebnifs geliefert, dafs für das Palmenblatt dieser Bau, in Bezug auf die Bildung und Umbildung der festen Absonderungsstoffe des Zelleninhaltes, von keinem bemerkbaren Einflufse ist: auf das Wachsthum und die Ausdehnung der Zellen selbst, besonders in den unteren Theilen des Blattstieles, indessen fördernd einwirkt. Auffallender noch tritt dies letztere Verhältnifs bei der Entwickelung des Stammes ein, wo nach der Entfaltung des Blattes die ihr Breitenwachsthum been-

deten Stengelglieder sich in beschleunigtem Maſsstabe in die Länge ausdehnen. Bei den zu den jüngeren Blattanlagen gehörenden, ihren Durchmesser noch vergröſsernden Stammtheilen, bis zu dem entwickelten, jedoch noch nicht entfalteten Blatte nahm die Länge desselben wie 1:2:4 zu; dann aber war die Länge des, unter dem kürzlich entfalteten Blatte stehenden Stammtheiles nicht 8 sondern 20 und die der folgenden, zu den schon älteren Blättern gehörenden, im Durchschnitte 50.

In dem Grunde aller Blattanlagen der Gipfelknospe, in welchem alle in das Blatt eintretenden Holzbündel-Anlagen nahe beisammen liegen, befindet sich in dem hier nur geringen Parenchymgewebe die gröſste Menge von Stärke, obschon die Zellen an Weite hinter denjenigen des Blattstieles zurückstehen, vielmehr denen des Stammgewebes sehr ähnlich sind. Es scheint, daſs die Nahrungsflüssigkeit zerlegt wird in einen stickstoffreichen Antheil für die Neubildung von Zellen und in einen kohlenstoffreichen aus dem sich hier die Stärke bildet, die daher in gröſserer Menge sich anhäuft, wo die sie absondernden Zellen in geringerer Anzahl vorhanden sind, welche ihn nicht zur Vergröſserung ihrer Häute verwenden können. — Oberhalb der Trennungsstelle des Blattes von dem Stamme vermehrt sich das Parenchym sehr und die einzelnen Zellen besitzen eine bedeutend gröſsere Weite.

Einzelne Zellenreihen dieses Parenchyms, zwischen den gröſseren Holzbündeln befindlich, sind in der Richtung der Blattstiellänge sehr viel länger wie die übrigen benachbarten, stärkehaltigen Parenchymzellen, deren Weite sie besitzen; sie enthalten bald nach ihrer Sonderung aus dem Cambium Bündel von Krystallnadeln, oxalsaure Bittererde, wie es scheint innerhalb einer Zellhaut eingeschlossen; letztere habe ich jedoch nicht mit Gewiſsheit erkennen können. Diese Krystallnadeln vergröſsern sich fortwährend, indessen die Stärke aus dem übrigen Parenchyme verschwindet, ähnlich wie in dem Gewebe des Stammes, in das sich diese Zellenreihen hineinverlängern, sind sie noch in den ganz alten, völlig ausgewachsenen und verholzten Theilen vorhanden. Die sich berührenden wagerechten Wände scheinen beständig unverändert zu bleiben, so daſs nicht die Faserform aus diesen Zellenreihen hervorgeht, wie man es an anderen Orten z. B. in der Wurzel findet, wo dann dieser Vorgang mit einer Auflösung der Krystalle meistens zusammentrifft oder derselben bald folgt und später in der Regel ein Verholzen der Zellen, d. h. ein Wachsthum der sekundären Zelle in die Dicke eintritt. Die Weite ihrer Höhlung vergröſsert sich mit dem Wachsthume des ganzen Gewebes, so daſs sie, in dem ausgebildeten Zustande desselben, diejenige der Parenchymzellen bedeutend übertrifft. Häufig besitzen sie wegen der Zartheit der Häute der benachbarten Zellen auf Querschnitten das Ansehen von Gummigefäſsen, zu denen sie sich jedoch, bei den Palmen die ich untersuchte, nicht umformen.

Schon oben sahen wir bei der Entwickelung des Blattes und des Stammes, daſs die zuerst in den cambialen Holzbündeln erscheinenden Spiralfasern sich aus den unteren, in dem Holzcylinder des Stammes befindlichen Theilen hinauf verlängern, in die inzwischen sich erst aus dem Cambium sondernden Gewebe des entstehenden Blattes, und daſs diesen Spiralfasern fast gleichmäſsig die Bildung der übrigen Gewebe des Holzbündels folge. In den oberen Theilen des Blattes tritt indessen nach seiner Berührung mit der Atmosphäre, eine Abweichung von dieser successiven Bildung ein, indem hier sowohl die Entstehung der Elementargewebe des Holzbündels wie deren spätere Umformung, derjenigen der Gewebe des dem Knospenkern

18*

näheren Theiles etwas vorauseilt. Die Bildung der Spiralfasern wird hier bedeutend beschleunigt und neben der zuerst entstandenen zeigen sich sehr bald mehrere andere Fasern punktirt oder treppenförmig verdickt[1]. Zunächst darauf bilden sich in diesen oberen Theilen des Blattstieles die beiden weiten Gummifasern in dem cambialen Holzbündel; sie treten hier schon sehr deutlich hervor, wenn sie in den unteren Theilen sich noch nicht von den übrigen Zellen unterscheiden lassen. Auch hierdurch wird es deutlich, dafs nicht etwa durch Saftströmungen oder andere mechanische Mittel die Form der Gewebe hervorgerufen wird und dadurch zu erklären ist, dafs vielmehr in der Gestaltung des Pflanzenkörpers wie eines jeden organischen Wesens, die Durchführung eines dem werdenden Geschöpfe inwohnenden, mit dem zu formenden Stoffe im innigsten Zusammenhange stehenden Vorbildes erstrebt und — bedingt durch die stattfindenden chemischen und physikalischen Verhältnisse dieses Stoffes, welche, in einer für jede Art bestimmten Grenze, Aenderungen erleiden können — mehr oder weniger vollkommen, erreicht wird[2]. So finden wir auch in dem ausgebildeten Palmenblatte ununterbrochen das Gewebe durchziehende Fasern und Gefäfse zu einem Bündel vereinigt, wenn nicht durch äufsere störende Einflüsse deren Ausbildung unterdrückt war: obgleich ursprünglich kein Zusammenhang durch ein etwa stattfindendes Wachsthum eines Theiles nach einer Richtung hin gegeben war, wie man sich dies früher z. B. von der Spirale dachte oder im thierischen Körper die Drüsen als Ausstülpungen umfangreicherer Organe ansah, bevor Reichert durch die Entwickelungsgeschichte nachwies, dafs gleichzeitig sowohl das eine wie das andere Organ durch die Vereinigung der zu dieser Bildung befähigten Elementarbestandtheile des embryonalen Organismus entsteht.

In dem Umkreise des Holzbündels finden sich auch hier im Blatte Uebergangsformen und Hemmungsbildungen des Parenchymes, letztere in senkrechte Reihen geordnet, die das Parenchym begrenzenden Bastzellen ausfüllend; man kann daher von dem Wachsthume des Palmenblattstieles nicht sagen, dafs es nach einer Seite hin geschah, sondern das Parenchym vermehrte sich von dem Umkreise aller cambialen Holzbündel aus, und die Umbildung des Cambiums in Holzzellen findet in den verschiedenen Bündeln von der Mittellinie des Blattstieles nach der Oberfläche desselben

[1]) Die Verholzung dieser Fasern findet in einer Reihenfolge statt; sie beginnt in derjenigen, welche die erste Spirale unmittelbar berührt. Da während dieser Verholzung der gummiartige Inhalt verschwindet und durch Kohlensäure ersetzt wird, so könnte man vielleicht verleitet werden, anzunehmen, die Verdickungsschichten seien ein Produkt der Vereinigung jener Flüssigkeit mit der Kohlensäure, ein durch diese chemische Verbindung bewirkter Niederschlag auf die Zellwand. Gegen eine solche Ansicht sprechen mehrere Thatsachen: erstens würde ein solcher Niederschlag nicht so gleichmäfsig die Wandung der Faser bedecken, sondern an der Seite sich anhäufen, die dem Zuflusse der Kohlensäure zunächst liegt: hier wäre es die, nach der mit Kohlensäure gefüllten Spirale gewendete, im Allgemeinen die nach der Oberfläche des Organes gekehrte Seite, — zweitens würde ein solcher Niederschlag die der Tochterzelle anhängenden Bläschen bedecken, die sogenannten Treppen- und Poren-Kanäle würden nicht entstehen können, — drittens sehen wir in den Zellen der Wurzelmütze eine ganz ähnliche Verdrängung des Zellsaftes durch Kohlensäure, doch hier ohne eine Verdickung der Zellhaut.

[2]) Die Ausführung dieser „Idee der Art" ist in der unorganischen Schöpfung mit der Entstehung der bestimmten Mischungsverhältnisse des Stoffes gegeben an die sie gebunden ist, sie ist hier allein abhängig von der Eigenthümlichkeit des Zustandes einer Flüssigkeit: in der organischen Schöpfung ist sie zunächst durchaus abhängig von etwas vorhandenem Festen, welchem sie inwohnt, dann erst kommt der Zustand des flüssigen Stoffes, der auf das Erzeugnifs des ursprünglich Geschaffenen einwirkt, in Betracht und äufsert seine hemmende, fördernde oder ändernde Wirkung, um den im mütterlichen Körper entstandenen Keim zu tödten, oder ihn zu der Form seiner Art oder irgend einer möglichen Abänderung derselben sich entwickeln zu lassen.

hin statt. Die vollkommene Ausbildung der Holz-Fasern und -Zellen, in der Art wie es oben von denen des Stammes beschrieben wurde, ist in dem Blattstiele noch vor der Entfaltung der Blattfiedern beendet, dann verschwindet die Stärke aus den Zellen des Parenchyms und eine gummiartige Flüssigkeit[1]) erfüllt nicht nur das Zellgewebe, sondern auch wiederum die früher Kohlensäure enthaltenden Fasern und Gefäfse; in letzteren ist es mit den Raphiden gemischt; die Saftfülle des ganzen Blatt-Gewebes scheint die Entfaltung desselben zu unterstützen. Diese Letztere beginnt von den oberen Theilen desselben zu den unteren fortschreitend, der Blattrand wird abgeworfen und die dem Zutritte der Atmosphäre geöffneten Fasern füllen sich von Neuem mit Kohlensäure, während das Wachsthum des Stammtheiles aufserordentlich beschleunigt wird, den diese Holzbündel durchziehen.

Die Bildung und Umbildung der Holzbündel der Blattfläche entspricht dem von diesen Geweben bei dem Blattstiele gegebenen Vorgange: die Anlage derselben erfolgt von den unteren dem Blattstiele näheren Theilen nach den oberen hin; die späteren Wachsthumsveränderungen dagegen nehmen in den oberen dem Einflusse der Atmosphäre zunächst ausgesetzten ihren Anfang. Einige Zeichnungen die ich von den Blattfiedern der *Klopstockia cerifera* auf der fünften Tafel gegeben habe, werden dies Verhältnifs einem Blicke darlegen. Eigenthümlich und bemerkenswerth ist hierbei noch die Bildungsweise der die Unterseite dieser Blätter bedeckenden Behaarung; diese ist nicht das Erzeugnifs eines später eingetretenen Wachsthumes der Oberhautzellen, sondern die äufserste Schicht des in die Gewebe des Blattes sich umformenden Cambiums nimmt unmittelbar die Gestalt dieser cylindrischen, einfach gegliederten Haare an, die gleichlaufend mit der Längenrichtung des Blattes die Oberhautschicht desselben bedecken. Der flüssige Inhalt dieser Haarzellen ist hell und ohne feste Bestandtheile, gegen chemisch wirkende Stoffe scheint er wenig empfindlich; es ist mir daher nicht gelungen, über die Natur desselben Aufschlufs zu erlangen, was um so mehr mir erwünscht gewesen wäre, da dieses haarartige Gewebe in besonderer Beziehung zu der Thätigkeit der Holzbündel zu stehen scheint. In der Gegend der cambialen Holzbündel, die bis an die Oberfläche des Blattes sich ausdehnen, sind diese Haare am innigsten mit dem Blattgewebe verwachsen und hängen

[1]) Dieses Gummi, das sich gegen Reagentien ebenso verhielt, wie das in dem Gewebe der Wurzel vorkommende, dort beschriebene, wird durch Ammoniak gleichfalls grün gefärbt; da es der Entstehung des Chlorophylles vorhergeht, könnte es scheinen, als sei es die Grundlage dieses Stoffes der durch die Verbindung mit dem, vielleicht aus der Atmosphäre entnommenen Ammoniakgase, unmittelbar daraus hervorgehe. Dies ist aber ganz gewifs für das Chlorophyll der Palmen nicht richtig. Bei der Betrachtung der Wurzel lernten wir in der Wurzelmütze Zellen kennen, in denen, während der Aufsaugung des Stärkemehls, eine Zelle entsteht und wächst, die ebenfalls eine durch Ammoniak sich grün färbende Flüssigkeit enthält; ferner sahen wir oben p. 106 in den Spaltöffnungszellen neben den Stärkebläschen eine gröfsere Zelle sich bilden die denselben Stoff enthielt, es liegt daher wohl die Vermuthung nahe, dafs auch in dem Parenchyme des Blattes dieses Gummi das Erzeugnifs einer endogenen Zelle sei, deren Auffindung nur die Beschaffenheit des Zellsaftes, der bei der Vermischung mit Wasser auf dem Objecttische des Mikroskopes gerinnt, verhindere. Dazu kommt, dafs auch die Holzzellen eine kurze Zeit diesen Stoff enthalten, in denen sich doch nie Chlorophyll bildet, und dafs das Chlorophyll des Palmenblattes ein sogenanntes körniges ist, d. h. dafs es den Inhalt von Bläschen ausmacht, deren Haut, während seiner Absonderung nach Innen, auswächst. Die Bildung des Chlorophylls ist daher keine unorganische, sondern eine organische d. h. abhängig von dem Wachsthume einer Zelle, und der eigentliche Vorgang zur Zeit für die Palmen noch unbekannt. Die von Mettenius und Naegeli mitgetheilten Beobachtungen, so wie die Untersuchung der fleischigen Früchte der *Grossularia*, *Vitis etc.* die mir schon früher ein ähnliches Ergebnifs brachte, können als Bestätigung meiner Ansicht über die Natur des Chlorophylles und als Anhaltspunkte für weitere Untersuchungen dienen.

hier am längsten mit demselben zusammen: nach der Trennung dieser Schicht von der Oberhaut beginnt die Verdickung derselben und die Bildung von Spaltöffnungen in der Gegend der Anheftung der Haare (Taf. V. 11a.). Bei dieser *Klopstockia* finden sich auf der Oberseite der Blattfläche keine Spaltöffnungen, wohl aber auf der Oberfläche des etwas behaarten Blattstieles. Ganz gleiche Verhältnisse in dem Vorkommen der Spaltöffnungen finden sich bei den Gattungen *Geonoma* und *Oenocarpus;* bei der *Chamaedorea gracilis* dagegen kommen Spaltöffnungen auf allen Seiten der Blattfläche und des Blattstieles vor.

Diese so eben mitgetheilte Entwickelungsgeschichte des Blattes der Palmen läfst wohl keinen Zweifel übrig, dafs Schleidens Theorie einer Entwickelung des Blattes von dessen Spitze zur Basis auf dasselbe keine Anwendung findet, so wie auch meine übrigen Beobachtungen an Blättern der verschiedensten Pflanzengruppen ein solches Gesetz, als in der Natur nicht begründet, zurückweisen. Im Gegentheile entwickelt sich das Palmenblatt von seinem Grunde zur Spitze hin, d. h. die dem Stamme näheren Theile hören zuerst auf durch Zellenvermehrung sich zu vergröfsern, während die entfernteren noch darin verharren. Der Blattstiel hat schon eine bedeutende Gröfse erreicht, bevor die Theile der Blattfläche deutlicher hervortreten und diese wachsen am Umkreise, d. h. dort wo ihr Gewebe mit der Atmosphäre in Berührung kommt, am längsten. Nach der vollendeten Anlage des Blattes durch Zellenbildung, nimmt dann die Ausdehnung und besonders die Verholzung der Zellen und Fasern, wie schon erwähnt, von der Blattspitze, als dem bei den Palmen zuerst mit der Atmosphäre in ungehinderte Berührung tretenden Theile, seinen Anfang und setzt sich von hier in die unteren, dann auch aus den sie umhüllenden Scheiden der älteren Blätter hervorwachsenden Abschnitte der Blattfläche und des Blattstieles fort.

Obgleich ich durch die Darlegung meiner Beobachtungen der Entwickelungs- und Wachsthums-Weise der Gewebe der Palmen und meiner in Folge dieser entstandenen Ansichten über die Ernährungsweise derselben den Verdacht von mir fern gehalten zu haben glaube, an einen Kreisflufs des Saftes in den Pflanzen zu denken: so ist es doch vielleicht nicht überflüssig, manche anders gesinnte Leser, die durch meine Bemerkungen über die Eigenthümlichkeit des Palmenblattes der Atmosphäre den Zutritt zu dem Gewebe des Stammes zu erleichtern an jene Lehre erinnert wurden — noch besonders darauf aufmerksam zu machen, dafs in dem ganzen Körper der Palmen durchaus keine Gefäfs- oder Faser-Verbindungen vorkommen, die den Gedanken an einen Kreisflufs des Saftes rechtfertigen könnten. Alle Fasern verlaufen, ohne Zweige an benachbarte abzugeben, von ihrem unteren in dem Holzcylinder des Stammes liegenden Ende, ununterbrochen in die Spitzen des Blattstieles und der Blattfiedern: ja man kann nicht einmal behaupten, dafs ein und dieselbe Faser in ihrer ganzen Länge ein ununterbrochenes Rohr bilde, da, wie wir oben sahen, nicht selten die wagerecht sich berührenden Wände der Zellen aus denen diese Faser entstand nicht zerstört werden, daher als Querscheidewände selbst der in ihnen etwa aufsteigenden Flüssigkeit keinen freien Durchgang gestatten. Es können also diese durch Scheidewände unterbrochenen Fasern, da sie nicht einmal mit den unteren Stammtheilen in Berührung kommen, schwerlich als die alleinigen Vermittler der Verbreitung der von den Wurzeln aufgenommenen Flüssigkeit dienen; an eine Umkehrung des in dem Blatte angelangten Stromes und eine Rückleitung durch andere Gefäfse

kann gar nicht gedacht werden. Das Einzige was diese Gefäſse und Fasern vermögen, ist eine beschleunigte Leitung der in ihnen enthaltenen Stoffe zu anderen Geweben und zwar in einer, durch ihre Vertheilung im Pflanzenkörper, bestimmten Richtung. Sie werden sich mit der durch die Wurzel aufgenommen und durch die Zwischenzellräume ihnen zugeführten Flüssigkeit füllen, wenn es die Beschaffenheit ihrer Häute und ihres Inhaltes gestattet oder vermittelt, und so eine raschere Wechselwirkung der in ihren verschiedenen Abschnitten befindlichen Stoffe möglich machen. Da die in ihnen hin und wieder noch vorhandenen Querscheidewände nicht an der Verholzung der senkrechten Wandungen Theil nehmen, sondern mit dem vorschreitenden Alter der Pflanze immer mehr sich verlieren, so sind sie wahrscheinlich nur mechanische, dem Drucke und der chemischen Wechselwirkung leichter weichende Hindernisse. Wird die Vermehrung der Flüssigkeit durch die Wurzeln unterbrochen, so wird auch das Aufsteigen des Saftes gehemmt sein: das Pflanzengewebe wird dort zuerst von Flüssigkeit entleert werden, wo die Verdunstung am leichtesten vor sich geht d. h. in den Blättern; doch von einem Herabsteigen des Saftes von hier aus kann deſshalb nicht die Rede sein, nur von einem Nicht-Aufsteigen.

VI.

Die Knospen.

Bisher betrachteten wir diejenigen verschiedenen Organe der Palmen, durch deren Bestehen und wiederholte Entwickelung die individuelle Erhaltung der Pflanze vermittelt wird. Auſser diesen dem Einzelwesen eigenthümlichen, dasselbe zusammensetzenden Theilen besitzen nun die Palmen, wie alle übrigen organischen Wesen, noch andere zur Erhaltung und Fortpflanzung der Art bestimmte Organe, die wir von der uns vorgesetzten Untersuchung nicht ganz ausschlieſsen können, theils weil ihre Entstehung und Ausbildung mit dem Baue des Einzelwesens in so enger Beziehung steht, theils weil dieselben als unmittelbare Anfänge neuer Organismen ebensowohl in den Kreis unserer Betrachtung gehören wie die Entwickelung dieser aus dem Samen.

Es sind dies die Knospen, die Anlagen neuer dem Mutterstamme gleicher oder ähnlicher Wesen, deren Entstehung in so innigem Zusammenhange mit der Bildung des Blattes steht, daſs selbst C. Fr. Wolff die Ansicht hegen konnte, die Knospe sei das wesentliche, ursprüngliche Erzeugniſs der Mutterpflanze und das Blatt aus deren Achsel diese Knospe sich hervorbildet, sei nur der frühzeitig ausgebildete Theil dieses jungen Sprösslinges.

Untersucht man die Blattanlagen des Gipfeltriebes eines Palmenstammes, so findet man hier Verhältnisse, die demjenigen der Wolff's Ansicht zu widerlegen sich bemüht, kaum hinreichenden Stoff bieten möchten.

Zwar finden sich in den Achseln der allerjüngsten Blattanlagen keine Andeutungen von Knospen, man sieht nur den einfachen ringförmigen Wulst die ungetheilte Spitze des Stammes umfassen, doch sobald sich die eine Seite dieses wulstigen Aus-

wuchses als Andeutung des Blattstieles auszudehnen beginnt, nimmt auch eine vermehrte Zellenbildung im Grunde dieser Blattanlagen seinen Anfang, die Trennungslinie des Stamm- und Blatt-Gewebes durch einen zweiten, kleineren Ring von cambialem Zellgewebe bezeichnend.

Freilich ist hier die Anlage einer Knospe erst nach dem Erscheinen der Blattanlagen zu erkennen, wer möchte indessen diesen Umstand als einen gültigen Beweis gegen des scharfblickenden Wollf beachtenswerthen Ausspruch geltend machen, wenn man sich vorher an der keimenden Pflanze überzeugte, wie schwierig es ist, die ursprünglich vorhandene Spitze des Keimlinges, bei der überwiegenden Ausbildung des ersten Blattes, nicht aus den Augen zu verlieren: oder wenn man die Axe eines jungen Farnes oder des Stammes einer Piperacee während des überwiegenden Wachsthumes eines Blattes bis auf eine Andeutung verschwinden sieht.

Es sind aber noch andere Gründe, die gleichfalls gegen die Annahme eines ursprünglichen Vorhandenseins eines Astes in der Achsel eines jeden Blattes sprechen, nämlich das regelmäfsige Fehlen einer solchen Bildung in den Blattachseln der Blumenorgane und der jungen Keimpflanze: denn wenn auch hier eine Bildung von Knospen nicht unerhört ist, so tritt doch dieselbe unter Verhältnissen ein, die einer solchen Ansicht nicht günstig sind.

Ich bin daher der Meinung, dafs das fast regelmäfsige Auftreten von Knospen in der Blattachsel durch die Entwickelungsverhältnisse des Blattes begründet und als eine Folge dieser zu betrachten ist: eine genauere Kenntnifs der Ernährungs- und Wachsthums-Erscheinungen des Stammes und Blattes der Mutterpflanze und der Wechselwirkung beider wird erst über die Bildung der Knospen ein klares Licht verbreiten können.

Verfolgen wir zuerst die Entwickelung der regelmäfsig mit den Blättern der älteren Palmen fast gleichzeitig entstehenden Knospen. Oben schon bemerkte ich, dafs sehr früh, bald nach dem Erscheinen der Blattanlagen, die Anfänge von Knospen in deren Achseln, d. h. an der Grenzlinie der Blattoberfläche und des nächst höheren Stammtheiles, als kleine schuppige Auswüchse zu erkennen seien. — Dort wo in dem wulstigen Ringe der Blattanlage die Zellenbildung vermehrt und das Auswachsen des Blattstieles mit der Fläche vorbereitet wird, beginnt auch die Erhebung des cambialen Gewebes, dessen Zellenvermehrung sich von hier nach beiden Seiten der Achsel des stengelumfassenden Blattes auf eine beträchtliche Strecke ausdehnt, wodurch hier eine dreiseitige Zellgewebspyramide entsteht, deren Basis die Grenze des Blattes und des Stammes bezeichnet, und die mehr als den halben Umfang des Stammes umfafst, deren freie sehr stumpfe Spitze die zuerst hervorgebildete Spitze der Knospe in der Achsel des Blattstieles ist. Dieselbe Ursache, die es bewirkt, dafs die Entfaltung des Blattgewebes derjenigen des nächst angrenzenden Stammtheiles etwas vorauseilt, giebt wahrscheinlich die Veranlassung, dafs auch die das Blatt berührende Knospe sich früher in die Richtung ausdehnt, die das Blatt angenommen hat bevor das Gewebe des Stammes die wagerechte und die darauf folgende senkrechte Entfaltung beendete: dadurch wird auch die das Blatt begrenzende Knospe mit diesem gleichzeitig etwas vom Stamme entfernt, sie scheint dann fast aus dem Blattgewebe hervorgewachsen zu sein. Versucht man das junge Blatt vom Stamme abzulösen, so trennt sich beim Zurückbiegen desselben auch die Anlage zur Knospe von jenem. Mit dem vorschrei-

tenden senkrechten Wachsthume des Stammes indessen, dehnt sich auch das Gewebe des Blattstiel- und Knospen-Grundes in dieser Richtung aus, wodurch dann jede der beiden Organe, an der Stammoberfläche aus dieser hervorgewachsen zu sein scheinen. Das abfallende Blatt hinterläſst die zur Blüthenentwickelung bestimmte Knospe unversehrt an dem nächst oberen Stammtheile, wenn nicht dieselbe schon bald nach der Entfaltung des Blattes in deren Achsel sich ausbildet wie bei ***Desmoncus***, ***Mauritia***, ***Corypha***, ***Cocos***, ***Astrocaryum***, mehreren Arten von ***Geonomen*** und ***Bactris*** u. a. m. Der Theil der Knospe, den wir bisher als ein fast stengelumfassendes Organ sich entwickeln sahen, bildet sich nun zu dem ersten Blatte derselben um. Wolff's Theorie entsprechend, nimmt es die dem Stammblatte gegenüberliegende Seite der Knospe ein: ihm folgen rechts und links dann, die sich später von dem in der Achsel dieses ersten Blattes befindlichen Knospenkerne erhebenden Blätter. Alle diese Blätter, der bei fast allen Palmen sich zur Blüthe ausbildenden Knospe, überschreiten nicht die ersten unvollkommensten Entwickelungszustände des Blattes, sie bleiben stets ohne Blattfläche. Die eigenthümliche Umbildung des Randgewebes, und die, durch das Abwerfen desselben bewirkte Oeffnung der Fasern, für den unmittelbaren Zutritt der Atmosphäre, findet nicht statt: die die Axe dieser Knospe (die Spindel) durchziehenden Holzbündel sind von beträchtlichem Bastgewebe umgeben und durch geringes Parenchym von einander getrennt. Ein anderes Verhältniſs in der Bildung der Gewebe findet hier statt, wie in dem mit vollkommneren Blättern bedeckten Stamme; vielleicht weil der aus dem Stamme zugeführte Saft nicht auf die Weise verändert werden konnte, wie es bei der erleichterten Berührung der atmosphärischen Gase mit dem Stammgewebe der Fall ist. Es ist ähnlich wie in dem weniger vollkommene Blätter tragenden Grunde des Stammes, wo gleichfalls bei vorwiegender Anzahl von Holzbündeln, diese von einer stärkeren Bastschicht umgeben sind. Auch in der Entwickelung des Blattgewebes macht sich dieser Einfluſs der Atmosphäre bemerklich; bei der *Chamaedorea* z. B. wo vier Blattscheiden den zur Blüthe sich entwickelnden Knospenkern einhüllen, ist die unterste und oberste der enganeinanderliegenden in der gröſsten Ausdehnung mit der Atmosphäre in Berührung: dem entsprechend ist auch das Wachsthum der Gewebe, sowohl die Entfaltung wie die Verholzung in dieser ältesten und jüngsten Scheide, dem der beiden mittleren von ihnen eingeschlossenen, bedeutend voraus. Das Holz- und Bast-Gewebe jener war verholzt, das Chlorophyll enthaltende Parenchym schien vollkommen ausgebildet, während es in diesen noch keinen Farbstoff enthielt und die Verholzung der Faserbündel noch nicht eingetreten war.

Ueber den Ort des ersten Erscheinens der Holzbündel der Knospe und deren spätere Entwickelung sind, ebenso wie über das Wachsthum der Holzbündel der Blätter, entgegengesetzte Ansichten vertheidigt worden. Bei der Betrachtung dieses letzteren Gegenstandes kamen wir zu dem Schlusse, daſs sie von ihrem unteren im Holzcylinder liegenden Ende, mit der fortschreitenden Sonderung des Cambiums in die verschiedenen Gewebe, sich in die oberen Stammtheile und Blätter hineinverlängern. Die Anlage der Knospe erscheint schon lange vor der Sonderung von Parenchym aus dem cambialen Blattgewebe, doch tritt in ihr stets diese Umänderung erst dann ein, wenn sie in dem angrenzenden Blatttheile beendet ist: und zwar beginnt dieselbe dann in dem der Mittellinie des Blattes zunächst befindlichen Theile, der später die

eigentliche Axe der Knospe giebt, daher zugleich oberhalb des ältesten, umfangreichsten, den ganzen Blattstiel durchziehenden Bündels: indem die Holzbündelanlagen der Knospe zum Theil an dieses und die benachbarten Bündel der innersten Reihe sich anlegen, theils auch bis an die entfernteren, des zweiten und dritten unteren Halbkreises von Holzbündeln des Blattstielgrundes sich verfolgen lassen. Eine Verlängerung von hier aus in die inneren oder unteren Theile des Stammes findet zu dieser Zeit nicht statt, wohl aber eine mit der fortschreitenden Blattbildung der Knospe gleichzeitig verbundene Hervorbildung der Holzbündelverlängerungen nach oben, ebenso wie in der Gipfelknospe des Stammes. Auch später nach der Entfaltung der Organe der Blüthenknospe, ist eine Vermehrung oder Verdickung der Holzbündel des Stammes, durch diejenigen der Knospe nicht zu bemerken.

Zuweilen tritt auch an dem erwachsenen Palmenstamme, der sonst nur Blüthenknospen hervorbringt, der Fall ein, dafs Blattknospen statt jener sich entwickeln, dafs also der regelmäfsig einfache Stamm ästig wird. Ich hatte einigemal Gelegenheit dies an der *Geonoma undata* Kl. zu sehen, wo in einem Falle statt der einfachen Gipfelknospe, 13 aus den jüngsten Blattwinkeln hervorsprossende, mit kleinen Blättern, wie sie sich an der Samenpflanze finden, versehene Knospen sich entwickelt hatten. In einem ähnlichen Falle schien auch die Anzahl der im Stamme enthaltenen Holzbündel sich vermehrt zu haben, doch sind meine Untersuchungen in dieser Beziehung zu lückenhaft, als dafs ich etwas Genaueres mittheilen könnte, ich glaube nur, dafs die vermehrte Anzahl von Holzbündeln dadurch hervorgebracht wird, dafs von dem noch cambialen Holzcylinder des Stammes, in die verschiedenen Aeste Holzbündel sich trennen. Leider stand mir nicht hinreichender Stoff zu Gebote, um diese Frage erledigen zu können; es wird dies wohl dem Beobachter verbleiben, der Gelegenheit hat, den regelmäfsig sich verästelnden Stamm der *Hyphaene* zu untersuchen.

Eine andere Art von Knospenbildung findet sich bei den meisten Palmen an dem Stammgrunde. Waren die bis jetzt betrachteten Knospen, der höheren Stammtheile regelmäfsig Blüthenknospen, so sind sie hier gesetzmäfsig Blattknospen; mir ist wenigstens kein Fall bekannt geworden, dafs sich dieselben jemals zu Blüthenknospen entwickelten. Durch diese, meistens aus dem unterirdischen Stammtheile sich hervorbildenden Knospen, erhält dieser auch bei den Palmen die Form des Wurzelstockes, eines freilich bisher nicht genau zu beschreibenden Pflanzentheiles, von dem man indessen in der Regel fordert, dafs er wurzelähnlich unter der Erde, am liebsten wagerecht, fortwächst.

Die ersten Andeutungen zu diesen Knospen finden sich in dem Holzcylinder in ähnlicher Weise, wie es beim Entstehen der Adventivwurzeln stattfindet und oben beschrieben wurde. Es erneuert sich in dem Gewebe desselben eine Zellenbildung, wodurch eine kegelförmige Cambium-Gruppe hervorgebracht wird, deren Spitze nach der Stammoberfläche gewendet im Rindengewebe liegt, während die Grundfläche sich in dem Holzcylinder befindet. Nur in dieser ersten Anlage sind sich die Blattknospe und Wurzel ähnlich und dann nicht zu unterscheiden; sobald jedoch die Umbildung des Cambiums und die Sonderung in Parenchym und Holzgewebe beginnt, treten Unterschiede hervor die eine Verwechselung nicht zulassen. Während sich für die Wurzelbildung an der Spitze des Cambiumkegels eine Zellenschicht als Wurzelmütze absonderte, innerhalb der die Zellenvermehrung fortdauerte: so erheben sich hier im

Umkreise der Kegelspitze, deren zellenbildende Thätigkeit nicht unterbrochen wird, Zellgewebewülste als Anfänge von blattartigen Organen, ganz in der Weise wie wir es bei der Betrachtung der Gipfelknospe des Stammes sahen. Gleichzeitig mit der Erhebung solcher wulstigen Ringe über die Oberfläche des Zellenkegels sondert sich auch hier nach dem Mittelpunkte hin das Cambium in Parenchym mit dazwischen liegenden Cambium-Bündeln. Dieser Vorgang beginnt in der Grundfläche der Knospenanlage, so dafs das neugebildete Parenchym eine Verlängerung des Markgewebes des Stammes bildet und die cambialen Holzbündel in dem Holzcylinder des Stammes und dem sich von diesem in die Knospen hinein verlängernden Holzcylinder liegen.

Hierdurch ist der Anfang eines neuen Organismus gemacht, der den Bau und die Wachsthumsweise des mütterlichen in allen seinen Theilen nachahmt. Es befindet sich die Knospe innerhalb der Rinde der Mutterpflanze, die während der Vergröfserung derselben durchwachsen wird, indem ihr Gewebe vor der Knospe, ähnlich wie bei dem Durchwachsen der Wurzel, sich auflöst.

Dafs diese Knospen in Folge der Anregung einer bisher im Wachsthume unterdrückten, jedoch schon mit dem Erscheinen des Blattes gleichzeitig gebildeten Anlage zur Entwickelung komme, wage ich nicht mit Bestimmtheit zu verneinen; es war mir jedoch nicht möglich mich zu überzeugen, dafs sie eine bestimmte Stellung in Rücksicht auf das früher mit diesem Stammtheile verbundene Blatt einnähmen, sie schienen aus jedem Theile des Holzcylinders ebenso wie die Wurzeln sich hervorbilden zu können.

VII.

Vergleichung des Baues der Palmen mit dem der übrigen Monocotylen.

Beginnen wir diese Betrachtung mit der Untersuchung der verschiedenen Gewebe die den Stamm zusammensetzen, so ist der natürlichste Ausgangspunkt diejenige Schicht, die sich überall an dem sich entwickelnden Stamme als die durch ihre Wirksamkeit bedeutungsvollste für den Organismus zu erkennen giebt, indem sie sowohl zur Bildung des Mark- und Rinden-Gewebes, die sie von einander abgrenzt, beiträgt, als auch der Entstehung von Fasern durch Vereinigung bestimmter Zellenreihen zur Grundlage dient. Da diese Schicht — in der bei den Palmen immer die ersten Anfänge, die untersten Enden, der Spiralfasern liegen, die sich in das gleichzeitig an der äufseren Oberfläche entstehende Blatt fortsetzen — häufig einem Holzgewebe als Anfangspunkt dient, das sich aus den sie umgebenden Cambium-Zellen bildet, einen mehr oder weniger geschlossenen Cylindermantel herstellend, der mit der Thätigkeit der übrigen Gewebe und Organe des Stammes in engster Beziehung steht: so bezeichnete ich dann dieselbe bei der Beschreibung des Palmenstammes als Holzcylinder*). Im cambialen Zustande findet sich dieser Holzcylinder in allen Stämmen und ist angedeutet durch seine Stellung zu den übrigen Geweben und durch die als erste Umbildungsform in ihm erscheinenden engen, abrollbaren Spiralfasern: ob sich derselbe auch in dem entfalteten Stamme durch eigenthümliche Entwickelungsformen zu er-

*) Richtiger wäre Markscheide gewesen.

kennen giebt, hängt von der Lebensthätigkeit der Art und zum Theil auch des Einzelwesens ab.

Bei den Palmen ist es Regel dafs der Rest des cambialen Holzcylinders, nachdem die Holzbündel daraus hervorgingen, zur Parenchymbildung beiträgt; es entsteht ein Gewebe, das den Uebergang der Säfte des Markes zur Rinde und umgekehrt erleichtert, von diesen in der Form seiner Zellen wenig abweichend, den sogenannten Markstrahlen des ausgebildeten Holzcylinders zu vergleichen. Aehnlich verhält sich diese Schicht in den Stämmen der Pandaneen, Aroideen, Orchideen, Gräser und in einzelnen Arten oder bestimmten Stammtheilen anderer Familien.

Sehr häufig tritt auch der Fall ein, dafs eine Schicht von einer oder von wenigen Zellen nicht in diese Parenchymbildung eingeht sondern in ihrer zellenbildenden Thätigkeit gehemmt, die individuellen Veränderungen und Umformungen in Holz- oder Bast-Zellen erfährt. Man findet dann an der Stelle des cambialen Cylinders in dem völlig entfalteten Stamme die Anfänge der Holzbündel, durch diese verholzte Zellenschicht, in die sie eingebettet sind oder der sie zur Seite liegen, zu einem zusammenhängenden Holzcylinder vereiniget, der das Mark und die Rinde vollkommen trennt und nur dort, wo er von den in ein Blatt übergehenden Holzbündeln durchbrochen wird eine unmittelbare Berührung dieser beiden Gewebe zuläfst. Von der Lagerung der unteren Enden der Holzbündel hängt es ab, welche Form die Zellen dieses Holzcylinders annehmen. In den Wurzelstöcken der *Scitamineen*, der *Dioscorea*, in dem Stamme vieler *Bromeliaceen*, den unterirdischen Stammtheilen der Aroideen und der meisten übrigen Monocotylen liegen jene Anfänge wagerecht in dem noch cambialen Gewebe und sind durch später entstandene, zahlreiche, unregelmäfsig verlaufende Bündel zu einem bunten Geflechte verbunden, in dessen Maschen die Zellen der verholzten Schicht des Cambiumcylinders eine vieleckige Gestalt angenommen haben. Auf der Taf. VII. 3 und 4 habe ich dies Gewebe aus dem knolligen Stamme der *Colocasia esculenta* Schott. gezeichnet; es besteht hier aus zwei punktirt-verdickten Zellenschichten, die sowohl an der Rinden- wie Markseite von einer nicht verholzten Cambiumschicht zunächst umgeben sind. Auf Taf. VIII. zeichnete ich das sehr ähnliche Verhältnifs, aus dem Wurzelstocke der *Maranta bicolor* Arrab. wo die äufserste, zunächst die Rinde begrenzende Schicht des Cambiumcylinders verholzte, die nicht so vielfach durch die Holzbündel unterbrochen wird. Die Zellen besitzen hier eine regelmäfsigere, rechtwinklige Form, sie nähern sich schon derjenigen, die in den Holzcylindern die gewöhnliche ist, in denen die Holzbündelanfänge senkrecht nebeneinander liegen.

Hierher gehören fast alle oberirdischen Stammtheile, in denen nicht, wie bei den Palmen, Aroideen, Pandaneen etc., der zwischen den Holzbündeln befindliche Rest des Cambiumcylinders vollständig zur Parenchymbildung verwendet wird. Die Anfänge und häufig auch die oberen Enden der Holzbündel, bevor sie in die Blätter eintreten, liegen in diesen Fällen in einer Schicht langgestreckten, verholzten Prosenchymgewebes, mit diesem zu einem vollständig geschlossenen Cylindermantel vereinigt.

In den Blüthenstielen, sowohl den meistens gipfelständigen der Wurzelstöcke, wie den meistens blattachselständigen der Zwiebeln findet sich anfangs nie die Andeutung eines geschlossenen Holzcylinders: alle in diesem Organe zuerst auftretenden und sich bis in die Blumen verlängernden Holzbündel nehmen ihren Anfang von dem

Holzcylinder des Wurzelstockes oder des Mutterstammes. Erst nach der völligen Entwickelung der Gewebe findet an der Grenze des Markes und der Rinde, die hier nebeneinanderstehenden Holzbündel dann zu einem geschlossenen Cylindermantel verbindend, eine Cambiumbildung statt, die zuweilen zu einer bedeutenden Gewebevermehrung und Bastbildung Veranlassung giebt. Die hohen, baumartigen Blüthenstiele der Scitamineen und Liliaceen erhalten hierdurch während ihres Bestehens oft einen sehr derben, festen Cylinder von Bastbündeln an der innern Seite des sehr geringen Rindengewebes.

Den früheren Anatomen entging dieses sehr ausgezeichnete Gewebe nicht, nur über die Bedeutung desselben war man nicht einig. Mohl bezeichnete es als verdicktes Zellgewebe, während Link und Kieser es mit dem Bast der Dicotylen verglichen. Sehr leicht überzeugt man sich durch genauere Untersuchungen dieser eine Markscheide bildenden Zellschicht, dafs dieselbe mit dem parenchymatischen Zellgewebe der Rinde und des Markes durchaus nicht zusammengebracht werden kann; ob es zu dem Bast- oder Holz-Gewebe nach den oben angegebenen Merkmalen zu rechnen sei, mufs die Entwickelungsgeschichte jedes einzelnen Pflanzentheiles, in dem es sich befindet, nachweisen.

In den Taf. VII. und VIII. gezeichneten Pflanzentheilen, findet sich entweder auf der einen oder auf beiden Seiten des verholzten Cylindermantels eine Schicht cambialen Gewebes; diese ist es von der der erste Anfang zur Bildung von Knospen oder Wurzeln ausgeht, indem in ihr eine beschleunigte Zellenvermehrung an einzelnen Orten beginnt, der später eine Faserbildung für die sich entwickelnden Organe folgt. In anderen Fällen wird eine solche Zellenbildung noch längere Zeit in der ganzen Ausdehnung des Cambiumcylinders unterhalten und dadurch entweder eine Parenchymvermehrung hervorgebracht, wie in dem jungen Stamme der *Furcroya,* in den knollig verdickten Wurzelenden der *Alstroemeria,* in den fleischigen Stammtheilen der Dioscoreen und Aroideen etc.: oder zur Entstehung eines zusammenhängenden Holzcylinders Veranlassung gegeben, indem später die ganze Schicht dieses Cambiums in punktirt-verdickte Prosenchymzellen sich verändert. Dauert nun während der Verholzung der älteren Schichten des Cambiumcylinders die Neubildung von Zellen an der Rindenseite desselben fort, so wird dadurch, ebenso wie bei den Dicotylen, das Rindengewebe durch eine immer dicker werdende Holzschicht von dem Marke entfernt. Bei einer Art der Gattung Crinum fand ich den ganzen, nach Aufsen von einer Cambiumschicht umgebenen Holzcylinder aus Spiralzellen bestehend; häufiger geschieht es dagegen, dafs nicht das ganze Cambiumgewebe gleichmäfsig die späteren Entwickelungsstufen durchläuft, sondern es entstehen, gleichlaufend mit den schon vorhandenen Holzbündeln, in der Cambiumschicht neue Bündel, von jenen durch eine geringe Parenchymschicht getrennt und auch von den später nachfolgenden, mehr nach Aufsen liegenden Bündeln, durch eine solche geschieden. Zwischen je zwei dieser, im Umkreise nebeneinanderstehenden Bündel, setzt sich ferner eine Schicht parenchymatischer Zellen ununterbrochen fort, die gleich den Markstrahlen der Dicotylen die Rinde mit dem Marke verbindet. Diese aus dem sich fortentwickelnden Cambium gebildeten Bündel, die den festen Holzcylinder des Monocotylenstammes zusammensetzen, besitzen jedoch nicht den Bau der in die Blätter gehenden Faserbündel, es fehlen in ihnen vielmehr die eigentlichen Spiral- und Treppen-Fasern, so

wie die weiten Netz- oder Gummi-Fasern gänzlich, sie bestehen nur aus punktirt verholzten Prosenchym- (Bast?-) Zellen, und den daraus entstandenen Fasern, in deren Mitte ein kleines Bündel von Cambium-Zellen verbleibt. Es findet sich dies Verhältnifs bei der Gattung *Dracaena,* wo es Petit-Thouars zuerst genauer untersuchte, bei *Aletris, Cordyline,* nach Moldenhawer bei *Phönix,* nach Meneghini auch bei *Chamaerops* (die ich nicht Gelegenheit hatte zu untersuchen) und vielen anderen, nach Unger bei allen Monocotylen.

Mohl giebt an, diese später entstandenen Prosenchymbündel seien die unteren Verlängerungen der Faserbündel des Stammes, denen er, wie schon oben beim Palmenstamme erwähnt, ein Abwärtswachsen zuschreibt. Für diese Annahme spricht zwar der vereinzelte Verlauf beider in dem sie umgebenden Parenchyme; dennoch zweifle ich an einen solchen ununterbrochenen Zusammenhang derselben, nicht allein weil ich denselben nicht auffinden konnte, noch indem ich mich auf die Analogie mit den bisher betrachteten Wachsthumserscheinungen des Holzcylinders berufe: sondern weil die Verhältnisse in der Anordnung dieser Gewebe selbst gegen eine solche ununterbrochene Verlängerung sprechen. Bei der Untersuchung eines älteren Stammes der *Dracaena congesta* Sweet. fallen sogleich zwei abgesonderte Systeme in die Augen. In dem cylindrischen Markparenchyme stehen einzeln zerstreut, runde Holzbündel, die aus einem geschlossenen oder fast geschlossenen Kreise von Spiral- und Treppen-Fasern bestehen, in deren Mitte und an deren Umkreise sich wenige Cambiumzellen befinden; Bastgewebe ist kaum vorhanden, hin und wieder finden sich einzelne verdickte Zellen. Dieses Markgewebe mit seinen Holzbündeln, wird von einer Schicht dicht gedrängt stehender, grofser Bastbündel umgeben, die in radiale Reihen gestellt sind, welche durch Cylinderparenchym, welches die halbe Länge des Markparenchymes besitzt, und nach Art der Markstrahlen die Rinde mit dem Marke verbindet, getrennt werden. Die grofsen Holzbündel des Markes werden nach der Grenze dieser Markstrahlen hin immer dünner, so dafs unmittelbar ihnen zunächst die dünnsten Bündel sich befinden, die fast nur aus punktirt- und treppenartig-verdickten Fasern bestehen: an diese grenzen dann die strahlig-geordneten, dicken Bastbündel, die gleichfalls ein geringes Cambiumbündel einschliefsen. Auf Längenschnitten tritt die Verschiedenheit aller dieser Gewebe noch deutlicher hervor. Die Holzbündel des Markes liegen in gerader senkrechter Linie zwischen den langen Cylinderzellen; die Bastbündel der Holzschicht[1]) verlaufen dagegen alle wellig hin und her gebogen, so dafs es schwer hält, eine einzelne Faser auf eine längere Strecke zu verfolgen: sie sind wie die Zellen, die die einzelnen Bündeln trennen, punktirt verdickt, ebenso die zunächst angrenzenden Markzellen; das weiter entfernte Markgewebe dagegen besitzt keine verdickten Häute. Hin und wieder sieht man wohl eine Annährung der geschlängelten Bastbündel oder ein Anlegen derselben an die Holzbündel des Stammes, nie kommt jedoch ein Uebergang der einen Form in die andere vor. Zuweilen traf ich Stellen, wo die dünnen Holzbündel zu enden schienen, hier fingen jedoch nicht neue Bastbündel an, sondern die schon neben jenen liegenden wendeten sich nur

[1]) Es scheint ein Widerspruch in den Worten „die Bastbündel der Holzschicht" zu liegen. Ich will jedoch mit Holzschicht hier wie überall, nur den durch Verholzung des Cambiumcylinders entstandenen Holzcylinder bezeichnen, in welchem hier die unteren Enden der Holzbündel der Blätter sich befinden, ohne damit über die Bedeutung des ganzen verholzten Gewebes, ob Holz- oder -Bast-Zellen, geurtheilt zu haben.

etwas seitwärts, unterhalb des Endes derselben weiter verlaufend. Hiernach besteht der Stamm der *Dracaena congesta,* verglichen mit dem Stamme der Palmen, aus einem Systeme von Holzbündel, ähnlich wie es sich in dem Stamme dieser findet die in dem Holzcylinder beginnen, das Mark des Stammes durchziehen und dann in den Blättern enden: aufserdem aber noch aus einer Schicht von Bastbündeln, die durch die fortgesetzte Thätigket des Cambium-Cylinders hervorgerufen, zur Verdickung des Holzcylinders beitragen.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich bei der *Aletris fragans* L., nur dafs die in die Blätter gehenden Holzbündel des Markes hier etwas anders zusammengesetzt sind. Es befindet sich in ihnen nicht ein Kreis von Treppenfasern, sondern nur ein Bündel oder höchstens ein Halbkreis, an dessen nach der Oberfläche des Stammes gerichteten Seite Cambiumgewebe steht; das ganze Bündel wird im Mark von einer Bastschicht umgeben. Die unteren Enden dieser Bündel, die im Umkreise des Markes unter der später entstehenden Schicht von Bastbündeln liegen, sind hier gleichfalls viel dünner und zwar, ganz abweichend von dem Baue des Palmenholzbündels, meistens ganz ohne Bast nur aus wenigen Treppen und Spiral-Fasern und Cambium bestehend. Auch hier ist eine Verlängerung dieser dünnen Holzbündelenden in die sehr bedeutenden Bastbündel der Holzschicht unwahrscheinlich und nicht beobachtet.

Etwas abweichend von den auf diese Weise verholzenden Stämmen der *Dracaena, Aletris* und *Cordyline australis* Endl. fand ich den gleichfalls sich verdickenden Stamm der *Aloe plicatilis* Mill. *(Rhipidodendron)* gebaut. Herrschte bei jenen Stämmen die Bastbildung vor, so ist hier die Entstehung von Parenchymzellen überwiegend, daher in Folge der fortdauernden Zellenbildung in dem Cambiumcylinder hier nicht ein fester, zusammenhängender Holzcylinder, sondern ein lockeres Gewebe, von Bastbündeln durchzogen, entsteht. Auf Querschnitten unterscheidet man auch hier sehr leicht die Grenze des Markgewebes, von dem durch die anhaltende Bildungsthätigkeit des Cambiumcylinders später entstandenen Parenchyme des Holzcylinders, durch die strahlige Anordnung und die rechtwinklige Form des Durchschnittes dieser Zellen; auf Längenschnitten findet jedoch dieser Unterschied des Parenchyms nicht statt, alle Zellen besitzen eine ähnliche, länglich ovale oder spindelförmige Gestalt. Mohl hat sich wohl durch den Querschnitt täuschen lassen, wenn er glaubt, dafs die Zellen des Holzcylinders in der Richtung von Innen nach Aufsen gestreckt seien, da im Gegentheil ihre Längenaxe immer senkrecht (parallel der Stammlänge) steht. Ferner ist auch der Verlauf der Holzbündel durch die sehr häufigen Verästelungen und Anastomosen, die sowohl die ursprünglichen wie die später nachgebildeten Bündel zeigen, in dieser *Aloe* verschlungener. Man kann jedoch auch hier nicht behaupten, dafs das untere Ende der mit Spiralen versehenen Bündel, in dem Holzcylinder als ein oder mehrere Bastbündel abwärts wachse, ohne zugleich zuzugeben, dafs auch einzelne Theile desselben als Bastbündel sich nach Oben hin abzweigen. Da nun alle diese Bastbündel später aus dem Cambiumcylinder hervorgehen, wie jene in die Blätter sich verlängernden Bündel und viele derselben gar nicht mit diesen in unmittelbarer Verbindung stehen: so ist es nur naturgemäfs, beide als von einander unabhängig und jedes seiner Entwickelung gemäfs zu betrachten. Verfolgt man ein in dem Marke befindliches Holzbündel bis an sein unteres Ende, so sieht man hier meistens, dafs sich dieses an ein dickes Bastbündel anlegt, welches

sich entweder einfach oder ästig nach Unten und Oben verlängert: ebenso legen sich an den oberen Bogen des in das Blatt gehenden Bündels, dort wo es den Cambiumcylinder durchschneidet, nicht selten Bastbündel an; diese nun als aufwärts- oder abwärts-wachsende Verlängerungen des ursprünglichen Holzbündels anzusehen, halte ich für durchaus unrichtig.

Noch eine andere Meinung hat Meneghini in seinem oft erwähnten Werke, über den Verlauf dieser nicht in das Mark eintretenden Bündel ausgesprochen, indem er angiebt, sie endeten wie jene mit Spiralfasern versehenen in den Blättern. Ich vermuthe, Meneghini hat sich durch die oben bei den Palmen beschriebenen, von dem innersten Theile des Holzcylinders (Markscheide der Dicotylen) entspringenden Bastbündel täuschen lassen, die allerdings in die Blätter gehen, wo Spiral- und Treppen-Fasern in ihnen auftreten, denn diese Bündel des nachgewachsenen Holzcylinders sind in der beblätterten Knospe noch nicht vorhanden. Bei den baumartigen *Liliaceen,* die ich untersuchte, fehlen übrigens diese von der Markscheide entspringenden Bastbündel gänzlich: die in den ausgewachsenen Blättern deren Oberfläche nahestehenden Bastbündel sind ein Ergebniſs der Entwickelung des Blattgewebes, sie verlängern sich nur bis in die Nähe des Blattgrundes, wo die Verholzung ihrer Häute nachläſst und sie endlich ganz verschwinden, ohne in die Rinde des Stammes einzutreten.

Diese Verhältnisse bestimmen mich zugleich diese Schicht von verholzten Zellen- und Faser-Bündeln, die nach der Entfaltung aller zum einjährigen Stamme nothwendig gehörenden Gewebe an der innern Seite des Cambiumcylinders entstehen, der Holzschicht (den sogenannten Jahresringen) der Dicotylen für gleichbedeutend zu halten. Die sie zusammensetzenden Fasern stehen nicht in unmittelbarem Zusammenhange mit den Fasern der in die Blätter gehenden Holzbündel; sie bedecken nur diese, ebenso wie das Holz der Dicotylen die Markscheide umgiebt. Mit der Ausbildung dieses Holzcylinders scheint die in der Rinde stattfindende Lebensthätigkeit zusammenzuhängen[1]) die bei denjenigen Gewächsen sich nicht findet, wo die Thätigkeit des Cambium-Cylinders unterdrückt ist.

Es ist nun noch die Frage zu beantworten, ob man diese später entstehenden Bündel mit dem Baste der Dicotylen vergleichen kann, wie es frühere Anatomen gethan haben. — Durch das Wachsthum des Cambiums nach Auſsen während die inneren Schichten verholzen, ist er leicht einzusehen, daſs nicht an die in der Rinde der Dicotylen vorkommenden, dort an der äuſseren Seite des Cambiums entstehenden Bastbündel gedacht werden kann; ob aber dies Gewebe in seiner Bedeutung für den Organismus und die übrigen Gewebe, dem Baste oder dem Holze der ursprünglich aus dem Cambiumcylinder entstehenden Fasern gleichwerthig ist, kann nur durch die genaue Kenntniſs der Entwickelungsgeschichte dieses Gewebes so wie durch das Studium der regelmäſsigen oder krankhaften Umbildungen desselben entschieden werden. Beides habe ich bisher nicht unternommen. Wenn ich es in dem Vorhergehenden Bast nannte, so geschah dies aus Rücksicht auf die Aehnlichkeit desselben mit dem die Holzbündel der Blätter umgebenden Baste: hinsichts seiner Stellung zu dem

[1]) In den Blüthenstielen, die ihre Nahrung vielleicht sämmtlich aus den Vegetationstheilen erhalten, findet auch dort eine solche Thätigkeit der Rinde nicht statt, wo später ein Cylinder von Bastbündeln an der Grenze ihres Gewebes und des Markes entsteht.

in der Mitte des Bündels befindlichen Cambium ist es mehr den Treppenfasern jener zu vergleichen.

Was die Zusammensetzung der Holzbündel der übrigen Monocotylen betrifft, so bestehen fast alle, ähnlich denjenigen der Palmen aus engen Spiralfasern, etwas weiteren punktirten- und Treppen-Fasern aus Netzfasern, Cambium-, Holz- und Bast-Zellen, doch ist die Ausdehnung dieser einzelnen Gewebe, so wie die Anordnung der verschiedenen zu einemBündel nicht nur in den Pflanzen verschiedener Familien, sondern selbst in den verschiedenen Theilen einer Pflanze sehr verschieden z. B. in der *Eleocharis, Typha* und *Alstroemeria* findet sich in den Holzbündeln des Wurzelstockes ein ganzer Kreis von Treppenfasern, die ein Cambiumbündel einschliefsen und keinen Bast oder bei *Typha*, an der nach der Mittellinie des Stammes gewendeten Seite nur eine geringe Bastschicht besitzen. In den oberirdischen beblätterten Theilen des Stammes finden sich bei der *Alströmeria* und *Typha* mehrere weite Netzfasern mit wenigen Spiral- und Treppen-Fasern, an der innern Seite von Bast umgeben: bei der *Eleocharis* in der Mitte eines Bastbündels eine Reihe von Treppenfasern, die an jeder Seite mit einer weiten Netzfaser endigt. In den die Blüthen tragenden Theilen des Stammes endlich, sind nur wenige Spiralfasern, an der der Mitte des Stammes zugewendeten Seite eines geringen Bastbündels. Regel scheint es indessen zu sein, dafs der Bast an der der Rinde zugewendeten Seite des Holzbündels sich befindet, wie es bei den Palmen der Fall ist und die oben angeführten Fälle, wo derselbe, wie bei der *Maranta* Taf. VIII. 3 die entgegengesetzte Seite einnimmt, sind wohl nur Ausnahmen. Das genaue Studium der räumlichen und zeitlichen Veränderungen dieser Gewebe, verspricht viel für die Kenntnifs ihrer Bedeutung für den Organismus und ihrer Wechselwirkung mit den übrigen Geweben während ihrer Entwickelung.

In Betreff des Verlaufes der von dem Holzcylinder sich für die Blätter trennenden Bündel ist es Regel, dafs dieselben bei den übrigen Monocotylen eben so wie es bei den Palmen stattfindet, nach dieser Trennung nicht unmittelbar nach Aufsen in das Blatt sich wenden, wie bei den übrigen mit Fasern versehenen Pflanzen, sondern vorher in einem gröfseren oder kleineren Bogen das Mark durchkreuzen. Die Gröfse und Lage dieses, von den Holzbündeln beschriebenen Bogens ist ebenso wie dort, je nach der Entfernung des Anfangs- und Ausgangs-Punktes derselben am Umkreise des Holzcylinders und von dem Wendepunkte im Marke verschieden, bald nur senkrecht- bald schief aufsteigend; die Gröfse der wagerechten Krümmung des Letzteren beträgt nicht selten über 90°. — Es ist dies Durchkreuzen des Markes ein wichtiger, gewifs im innigsten Zusammenhange mit den eigenthümlichen Ernährungsverhältnissen einer jeden dieser beiden Pflanzengruppen stehender Unterschied; jedoch ebensowenig wie alle übrigen zur Trennung derselben benutzten Merkmale durchgreifend, da es eine gröfsere Anzahl von Monocotylen giebt, deren Holzbündel scheinbar ähnlich denjenigen der Dicotylen, ohne sich von dem Holzcylinder nach der Mittellinie des Stammes zu trennen, sogleich nach der Oberfläche desselben sich wenden, z. B. die dünnen Stämme von *Smilax, Dioscorea* und denjenigen, denen man ein centrales Holzbündel zuschreibt, wie den Najaden der *Tillandsia* u. a. m. Es verhält sich jedoch mit diesem centralen Holzbündel ebenso wie mit dem Holzgewebe der Palmenwurzeln, es ist nicht ein wirklich einfaches Bündel, sondern ein Cylinder von mehreren zu verschiedenen Blättern gehenden Holzbündeln, in dessen Mittellinie sich

bei dem geringen Umfange des Stammes, kein parenchymatisches Mark bildete. Zuweilen sind auch in diesen Pflanzen, bei einer Vermehrung des Gewebes des Stammes, die Gefäſsbündel durch Parenchym getrennt, z. B. in den Blüthenzweigen der *Potamogetonen,* wo sich in der Mittellinie, der dann einzeln im Zellgewebe stehenden Bündel, wirkliches Markparenchym bildet.

Auch in dem Falle des regelmäſsigen Verlaufes der Holzbündel durch das Mark ereignet es sich, daſs ein mittlerer Theil des Markes frei von Holzbündeln bleibt, wie ich es bei *Crinum* und *Pancratium* fand und Meneghini es auch bei *Yucca* sah, wo dann durch das nahe Aneinanderrücken der inneren Krümmung der Schein von zwei in einander steckenden Cylindern, hervorgebracht wird. Es kommt diese Bildung wohl daher, daſs alle Blätter erst in einer gewissen Entfernung von der Mittellinie mit dem cambialen Holzcylinder durch Cambiumbündel verbunden werden. Ueberhaupt ändert die Richtung des Holzbündelverlaufes in ein und derselben Familie, bei den verschiedenen Gattungen z. B. bei den Gräsern, von denen einige überall Holzbündel im Marke besitzen, andere nur an den Abgangsstellen der Blätter.

Hingen die bisher betrachteten Verhältnisse von den Bildungsvorgängen des Gewebes in senkrechter Richtung des Stammes ab, bei gleichzeitig fast ununterbrochen vorschreitender Entfaltung: so findet sich noch eine andere Erscheinung in dem Holzbündelverlaufe, die in der mit jener Bildung zugleich stattfindenden, abwechselnd beschleunigten Entfaltung dieses Gewebes der verschiedenen wagerechten Schichten begründet ist[1]).

Durchschneidet man die Gipfelknospe einer im kräftigen Wuchse begriffenen *Tradescantia* und bringt einen Längenschnitt unter das Mikroskop, so findet man in den jüngsten Theilen des Stammes das Gewebe in wagerechte, abwechselnd dunklere und hellere Schichten gesondert. In den höchsten Enden der kegelförmigen Stammspitze, sind beide Schichten fast von gleicher Dicke, je weiter abwärts desto länger wird die hellere. Die dunklere Färbung wird durch Luft hervorgebracht, die die Zwischenräume der hier scheinbar gröſseren Zellen ausfüllt, es entspricht diese Schicht der Oberfläche einer, sich vom Stamme trennenden Blattanlage. Die darunter liegende hellere Schicht, die sich nach Auſsen in das Gewebe des jungen Blattes fortsetzt, besteht augenscheinlich aus weniger entfaltetem, noch in der Zellenbildung begriffenem Gewebe, die gröſseren Zellen sind mit kleineren (Zellkernen und Kernkörperchen) angefüllt, und sowohl die Zellen selbst, wie die Zwischenräume mit Flüssigkeit durchtränkt; es befindet sich in dem Zustande des Cambiums. Die später eintretende Entfaltung dieses Gewebes beginnt in jedem dieser Glieder, von der zuerst entfalteten dunkleren Schicht nach der Stammspitze hin vorschreitend, wodurch zugleich der

[1]) Bei der *Hydrocleis* und *Limnocharis* eilen alle Wachsthumserscheinungen in den beblätterten Knoten des Stammes so sehr denjenigen der Zwischenknoten voraus, daſs in jenen schon längst die Holzfasern vorhanden sind, wenn diese noch aus Cambium bestehen, in dem man noch keine Spiralfasern findet. Das Erscheinen dieser tritt dann gleichzeitig mit der Sonderung der übrigen Gewebe, sowohl von dem unteren wie oberen Knoten in den Zwischenknoten ein, indem sie sich dann mit Luft füllen. Ueber ihre erste Bildung ist auch hier weiter nichts zu erkennen, als daſs sie aus Zellenreihen entstehen, die in den Knoten zum Theil immer Spiralzellen bleiben ohne sich zu Fasern zu vereinigen.*)

*) Ganz allgemein scheinen in den langsam sich entwickelnden Organen die Spiralzellen langsamer und unvollkommener sich zu Fasern zu vereinigen, während bei kräftiger Entwickelung die Faserbildung, d. h. die Resorption der Querscheidewände, mit der Verdickung der Zellwand gleichzeitig zu erfolgen scheint.

Anheftungspunkt des stengelumfassenden Blattes, da der Grund desselben gleichfalls in dieses Längenwachsthum eingeht, immer weiter hinaufgerückt zu werden scheint, bis endlich an dem völlig entfalteten Stamme, das Blatt an dem Theile desselben angeheftet ist, der zuerst als dunkle Schicht mit seiner oberen Fläche in einer Höhe lag.

Verfolgt man nun die in dieser Gipfelknospe zuerst sichtbaren Spiralfasern von ihrem unteren Ende, welches in dem Cambiumcylinder liegt der das Mark von der Rinde sondert, in ihrem bogenförmigen Verlaufe durch das Mark zu der höher am Stamme stehenden Blattanlage, so sieht man wie dieselben in den dunkleren Zellenschichten plötzlich von dem aufsteigenden Bogen abgelenkt, eine mehr wagerechte Richtung annehmen: in ihrer unteren Hälfte bis zur Mittellinie des Stammes werden sie dadurch jedesmal der Mitte zugelenkt, in der oberen Hälfte abgelenkt, bis sie das Stengelglied erreichen von dem das Blatt für welches sie bestimmt sind, eine seitliche Ausbreitung zu sein scheint. Hier laufen dann diejenigen die in dem Grunde dieses Stengelgliedes den Cambiumcylinder erreichten, von dem sie weiter unten ausgingen, an der äufseren Seite desselben (wie es in der Knospe scheint, in dem Blattgrunde, der später an dem ausgewachsenen Stamme sich als Rinde darstellt), während diejenigen die etwas weiter nach Innen sich befinden, erst an der oberen Grenze dieses Stengelgliedes ihre letzte seitliche Biegung machen, und sogleich in das hier auch später noch angeheftete Blatt eintreten. Diese letzteren mehr aus dem Marke des Stammes kommenden Holzbündel sind mit den grofsen zuerst auftretenden Bündeln des Palmenblattes zu vergleichen; sie scheinen auch hier ebenso wie bei den Palmen früher mit Spiralfasern versehen zu werden, wie die der Oberfläche des Stammes (der unteren Blattfläche) näheren.

Die Holzbündel der hier später in der Blattachsel sich entwickelnden Knospe legen sich dann, sowohl an jene senkrecht in das Blatt eintretenden Bündel, wie an diese wagerecht aus dem Stamme kommenden: hier dann mit den übrigen für dies Blatt und für andere noch jüngere Blätter bestimmten vielfach sich verflechtend und zur Knotenbildung beitragend.

Dies ist nun die auf den ersten Blick so gänzlich von der bei den Palmen beschriebenen abweichende Vertheilung der Holzbündel des Monocotylenstammes, die Knotenbildung im engeren Sinne, deren erster Grund in der eigenthümlichen Entfaltungsweise des Stammgewebes, und die dadurch hervorgebrachte wagerechte Ablenkung der Holzbündel von ihrem aufsteigenden Verlaufe, liegt, welche überdies noch befördert wird durch eine stärkere Verholzung der Zellen dieser Schichte und Bildung von Poren- und Spiral-Zellen, die die verschiedenen nebeneinanderliegenden Bündel vereinigen, so dafs man an dem ausgebildeten Stamme in Folge dieser Anastomosen schwierig noch den Verlauf der in die Blätter gehenden Holzbündel erkennt, besonders wenn nach der Entfaltung der Knospen dieses Netz noch dichter verschlungen wurde. Hierdurch entsteht die sogenannte Verästelung der Holzbündel.

So verschieden nun auch die Entwickelungsweisen und die dadurch hervorgerufenen anatomischen Verhältnifse dieser beiden Stammformen sind, so liefern sie doch für die Erkennung der Verwandtschaft der Gewächse kein Merkmal, da bei sehr nahe stehenden Pflanzen sich beide Formen finden, ja selbst nicht selten ein Theil des Stammes nach Art der Palmen gebaut ist, während eine Verlängerung desselben

den grasartig-knotigen Bau besitzt. Hierfür liefert besonders die Familie der Scitamineen Belege, deren unterirdische Stammtheile ununterbrochen gleichförmig sich entwickeln, wogegen die oberen bald periodisch, wie bei *Costus*, bald gleichförmig wie bei *Musa, Heliconia, Canna etc.* auswachsen.

Was die Blattbildung der übrigen Monocotylen betrifft, so ist die erste Anlage derselben, wie bei allen stengelumfassenden Blättern, ganz dieselbe wie sie bei den Palmen beobachtet wurde. Ein vollständiger Ring umfaſst die kegelförmige Gipfelknospe des Stammes, dessen eine zuerst hervortretende Seite immer etwas in der Entwickelung voraus ist. Von der Dauer des Wachsthumes der einzelnen Theile dieser Blattanlage hängt es ab, ob eine geschlossene oder offene Blattscheide, Nebenblätter in ihrer mannigfachen Form und Stellung *(vagina stip.)*, Blattzüngelchen etc. entstehen; so wie natürlich der Umfang des Blattstieles und der Blattfläche selbst daraus hervorgehen. Eine Ansicht wie Schleiden sie (Grdz. II. p. 187) über die Entstehung der geschlossenen Scheide ausspricht, daſs sich die frisch entstandenen, noch weichen, fast gallertartigen Zellen der beiden Ränder des Blattgrundes aneinanderlegen und durch ihre Vereinigung eine solche hervorbringen, ist durchaus falsch: eine anfangs offene Blattscheide könnte nur dadurch zu einer geschlossenen werden, daſs in ihrem Grunde die Zellenbildung sich über den ganzen Umkreis des Stammes ausdehnte, während anfangs ein Theil desselben ausgeschlossen war, geschieht dies nicht und dauert nur in den benachbarten Rändern der offenen Blattscheide noch einige Zeit die Zellen-Bildung und -Ausdehnung fort, so decken sich die, sich übereinanderlegenden Ränder; jedoch ohne zusammen zu kleben, denn die Zellen der Oberhaut sind weder „frisch entstanden“ noch „fast gallertartig“.

Das bei den Palmen ausführlich beschriebene Verhalten der Holzbündel in den Blättern findet sich auch bei allen übrigen Monocotylen, indem nur die Vertheilung derselben in der Blattfläche mit der veränderten Form dieser sich ändert. In allen erscheint bald nach der Sonderung der cambialen Bündel eine enge abrollbare Spiralfaser als Grundlage des Holzbündels, das sich aus dem Holzcylinder des Stammes (durch das Mark desselben) bis in die Spitze des Blattstieles oder einer Blattrippe verlängert, so daſs die unteren Enden aller dieser Bündel sich in dem Stamme befinden und das Gewebe desselben in den Fällen wo ihr oberes Ende mit dem Blattrande abgeworfen wird, ebenso wie bei den Palmen, der Atmosphäre zugängig macht. Doch tritt dies keinesweges bei allen Monocotylen ein, die Zwiebeln und überhaupt diejenigen Stämme, deren Glieder verkürzt sind, zeigen nicht diese Einrichtung, bei ihnen bleiben die Spiralen und die übrigen Fasern der Holzbündel beständig innerhalb der Blattsubstanz eingeschlossen in der sie endigen, ebenso wie es in den Blüthen- und Blumen-Theilen der Pflanzen der Fall ist. — Indessen ist meine Untersuchung dieses Gegenstandes noch nicht beendet und ich will keineswegs schon jetzt es bestimmt aussprechen, daſs die Verlängerung der Stammtheile der Monocotylen von diesem Verhalten der Holzbündel abhängt, worauf die Wachsthumserscheinungen des Palmenstammes allerdings hinzudeuten scheinen; überhaupt wird wohl die Entwickelung der Blüthentheile mehr durch die Zustände der Mutterpflanze, wie durch ihr Verhältniſs zur Atmosphäre bedingt.

Eine sehr auffallende Bestätigung des durch die Beobachtung der Palmen gewonnenen Ergebnisses liefert uns die Familie der Aroideen. Untersucht man die

Blattspitzen einer *Calla, Colocasia, Caladium,* kurz einer Aroidee mit kurzen Stengelgliedern, so findet man dieselben ganzrandig und wenn nicht durch äufsere Einwirkungen verändert, unversehrt. Taf. VII. 5 stellt den Längenschnitt einer jungen Blattspitze der *Colocasia esculenta* vor, die noch in dem Grunde des nächst älteren Blattes eingeschlossen war. Das Gewebe dieser Spitze ist von dem der Blattfläche nicht wesentlich verschieden, es enthielt zu dieser Zeit noch in allen Zellen Stärke, selbst in der Oberhaut, die überdies an der ganzen Oberfläche Spaltöffnungen besafs. In der Mitte des Parenchymes befindet sich ein Holzbündel, das der Blattspitze nahe endigt. — Vergleicht man nun hiermit die Spitze des Blattes eines *Anthurium,* eines *Philodendron* oder einer andern kletternden *Aroidee,* so findet man an den entfalteten Blättern immer die äufserste Spitze abgebrochen: untersucht man die jüngsten, noch in der Knospe eingeschlossenen Blattanlagen, so bemerkt man schon im Aeufseren eine Verschiedenheit der Spitze von der Fläche; die sehr lange, dünne, fadenförmige Spitze ist weifsgefärbt und bricht bei der leisesten Berührung von dem grüngefärbten, biegsamen Blattgewebe: die weifsgefärbte Spitze ist an etwas älteren Blattanlagen immer beträchtlich dünner wie das Ende des grünen Theiles dem sie aufsitzt. Auf der fünften Tafel habe ich (Fig. 5) das untere Ende der weifsgefärbten Spitze in Verbindung mit dem grünen Ende des Blattes gezeichnet, die Grenze beider giebt sich durch eine plötzliche Verengerung (e) zu erkennen. Fig. 6 stellt den Längenschnitt dieses Theiles (e) vor. Die Mitte des Chlorophyll enthaltenden Gewebes des unteren Abschnittes wird von einem Holzbündel durchzogen, dessen Spiral- und Treppen-Fasern sich wenig in die leicht zerbrechliche Spitze hineinverlängern. Die Epidermis des Blattgewebes besafs zu dieser Zeit schon Spaltöffnungen, deren Zellen Stärke enthielten, wogegen die Epidermis des weifsen, fadenartigen Endes gänzlich ohne Spaltöffnungen war, und die Zellen seines Gewebes in der Entfaltung zurückblieben, während die Bildung neuer Zellen noch fortbesteht, in denen sich Bläschen zeigen, die sich mit einem fettartigen Stoffe füllen, der durch Jod braun gefärbt wird. Diese abweichend gebaute Spitze bricht nun während der Entfaltung des Blattes regelmäfsig ab, so dafs das Faserbündel dem Zutritte der Luft unmittelbar geöffnet ist.

In Rücksicht auf das Verhalten der Knospen stehen die Pandaneen, Aroideen, Amaryllideen, ein Theil der Orchideen, Liliaceen u. a. m. insofern den Palmen nahe, als die Gipfelknospe unbegrenzt fortwächst, während die Seitenknospen sich aus den Blattachseln hervorbilden; doch sind diese Seitenknospen nicht so regelmäfsig Blüthenknospen wie bei den Palmen, sondern nach Gesetzen die bisher nicht bekannt sind, bald Blüthen-, bald Blatt-Knospen[1]). Mit den Scitamineen, Typhaceen, Cyperaceen, Butomeen, einigen Liliaceen und Irideen haben die Palmen das gemein, dafs aus den unterirdischen Stammtheilen sich Blattknospen entwickeln, die, in der Weise wie es von den Knospen des Wurzelstockes der Palmen ausführlich beschrieben ist, durch eine Zellenvermehrung in dem cambialen Holzcylinder hervorgerufen werden, in deren

[1]) Bei denjenigen Aroideen, deren Blätter abwechselnd keine ausgebildete Blattfläche besitzen, entwickelt sich aus der Achsel des vollständigen Blattes eine Blüthenknospe, während das blattflächenlose Organ eine Blattknospe in seiner Achsel birgt, deren Entwickelung oft lange unterdrückt bleibt. An der Blüthenknospe ist noch die Eigenthümlichkeit bemerkenswerth, dafs sie sich innerhalb des Blattgrundes bildet und sich innerhalb seines Scheidentheiles, nicht in der Achsel seiner Nebenblattscheide, entwickelt, die doch ursprünglich mit dem Blatte ein zusammenhängendes Ganze, einen ringförmigen Wulst bildeten.

Organe sich Holzbündel hinein verlängern, die gleichzeitig an der innern Seite dieses Cylinders entstanden[1]). Allen Amaryllideen, so wie den mit einer Zwiebel versehenen Liliaceen und Irideen mangelt diese Art der Knospenbildung gänzlich, es eignen sich daher vielleicht diese Verhältnisse ein anatomisches Merkmal einer Zwiebel und eines Wurzelstockes als monocotylische Stammformen abzugeben. Freilich würden durch eine solche Begrenzung des Begriffes Wurzelstock, *rhizoma*, manche Formen die man bisher dazu rechnete anders bezeichnet werden müssen: die fleischigen, verdickten Stämme der Aroideen z. B., oder die unterirdisch-kriechenden Aeste der Gräser denen die Entstehungsweise einer Zwiebelknospe eigen ist, dürften wohl nur wurzelstockähnliche Stämme zu nennen sein, während auf der andern Seite die knotigen Anschwellungen des Stammes der milchenden Butomeen und die wurzelähnlichen der *Dioscorea* hierher zu rechnen wären[2]).

Aufser diesen Wurzelstockknospen, die bisher vielleicht zum Theil als „Nebenknospen, *gemmae adventitiae*" bekannt waren, kommen auch bei gewissen Monocotylenstämmen z. B. den Aroideen, Liliaceen neben der Hauptknospe der Blattachsel oft jederseits eine Reihe von Beiknospen vor, die sich aus der Kreuzungsstelle des Holzcylinders und der in das Blatt gehenden seitlichen Holzbündel ähnlich hervorbilden wie die Hauptknospe oberhalb des mittleren, gröfsten Holzbündels*).

Was nun die Entwickelung und den Bau der Wurzeln der übrigen Monocotylen betrifft, so ist beides im Allgemeinen so einförmig, dafs ich kaum zu dem schon bei den Palmen darüber Mitgetheilten etwas hinzuzufügen habe[3]): in allen findet sich ein Cylinder von Holzbündeln der zuweilen wirkliches Parenchym, in den meistens dünnen Wurzeln jedoch nur Prosenchym an der Stelle des Markes einschliefst. Die Wurzelmütze fehlt keiner echten Wurzel. Die Pfahlwurzel ist von den Stammwurzeln (Luft- oder Neben-Wurzeln) nur morphologisch zu unterscheiden, in der Entwickelung und den anatomischen Verhältnissen sind keine Verschiedenheiten vorhanden. Schleiden der dies (Grundzüge p. 118—122) behauptet, scheint gleichfalls, indem er über die sorglose Nachlässigkeit früherer Beobachter klagt, das Studium der Entwickelungsgeschichte dieser Organe versäumt zu haben. Die Angabe, dafs bei denjenigen Samen die mit einem Deckelchen versehen sind, so wie bei vielen anderen Monocotylen, das Würzelchen des Keimlinges sich nicht entwickele, ist unrichtig, wie wir bei den

[1]) Will man aufser dieser eigenthümlichen Entwickelungsweise der Holzbündel noch die Zeit und den Ort der Blattbildung dieser Knospen berücksichtigen, so wird man bei den Wurzelstockknospen denselben Unterschied von Haupt- und Beiknospen machen können, wie es bei den Zwiebelknospen geschehen kann.

[2]) Bei der *Limnocharis* und *Hydrocleis* zerfällt der Stamm in längere, blattlose Stengelglieder, deren lockeres, eigentlich nur aus Scheidewänden von Luftlücken bestehendes Gewebe von mehreren einzeln stehenden Holzbündeln durchzogen wird und in kurze beblätterte Knoten, von denen Blatt- und Blüthenknospen, wie unter Umständen auch Wurzeln ausgehen: hier findet sich ein geschlossener Holzcylinder, von dem sowohl die Bildung der Wurzeln wie die der Knospen beginnt. Bei der *Dioscorea* sah ich die dem Marke zunächst stehenden Holzbündel des oberirdischen Stammes von seinem ganzen Umkreise sich in dem Knoten vereinigen und in die Knospe eintreten, die in der Blattachsel aus dem Holzcylinder sich hervorbildet, oft ohne Blätter zu erhalten, fleischig wird, abfällt und einen neuen Wurzelstock darstellt. Ebenso entstehen in den alten Wurzelstöcken neben dem Stengel aus dem Holzcylinder neue Knospen, die schon Mohl: „Ueber den Mittelstock von *Tamus Elephantipes L.* 1836" beobachtete, der auch das von Dutrochet entdeckte Abwärtswachsen des Wurzelstockes von *Tamus* bestätigte, welches bei *Dioscorea* gleichfalls stattfindet, wo es, nach der wagerecht-schichtigen Ausbildung des Gewebes zu urtheilen, periodisch erfolgt.

*) Auch als Blüthenknospen finden sich solche Beiknospen in den Blattachseln der *Iriartea praemorsa* Kl.

[3]) Die auf Tafel VII. 6, 7 und 8 gegebenen Zeichnungen der Entwickelung der *Colocasia esculenta* Schott, deren Beschreibung ich mit dem bei den Palmen Gesagten zu vergleichen bitte, werden dies bestätigen.

Palmen sahen, die meistens ein Deckelchen besitzen; auch schon Kunth hat dies in seinem „Lehrbuch der Botanik 1847“ p. 103 berichtigt.

Eine Eigenthümlichkeit findet sich bei der *Alstroemeria* (*Bomarea multiflora* Mirb.) zuweilen auch bei der *Zannichellia*, *Ruppia*, *Dioscorea*, *Curcuma* und gewifs noch anderen Monocotylen in der Entwickelung der Wurzeln, indem hier ein Zeitpunkt eintritt, wo das Gewebe der Mütze nicht mehr erneut wird und sich das Wachsthum der Wurzelspitze in die Länge abschliefst, während dieselbe dadurch knollig verdickt wird, dafs in dem Cambiumcylinder noch längere Zeit die Zellenbildung fortdauert, in deren Folge Rinden- und Markparenchym entsteht. Besonders merkwürdig ist es, dafs an dem unteren Ende dieser Knollen, dort wo früher die Wurzelmütze sich befand, bei der *Dioscorea* sich später Knospen bilden die einen beblätterten Stamm entwickeln, während das mit dem Stamme zusammenhängende obere dünne Wurzelende abstirbt*). Bei der *Alstroemeria* und den übrigen konnte ich Aehnliches nicht finden.

Ueberblicken wir nun die den Monocotylen eigenthümlichen Entwickelungsverhältnisse und den daraus hervorgehenden Bau ihrer Organe, so stellen sich uns die Palmen, als das reinste Vorbild des monocotylen Stammbaues dar. Die bedeutende Markbildung, der gänzlich in Holzbündel umgeänderte, in seiner zellenbildenden Thätigkeit gehemmte Cambiumcylinder, die von dem ganzen Umkreise des Holzcylinders sich trennenden Bündel, welche sämmtlich in das Gewebe des stengelumfassenden Blattes eintreten nachdem sie im Marke mehr oder weniger der Mittellinie sich genähert, die abgeschlossene Entwickelung dieser Holzbündel, das gesetzmäfsige Verkümmern der Pfahlwurzel bei einer Bildung von zahlreichen Stammwurzeln: — alles dies findet sich bei der Mehrzahl der Monocotylen wieder, während das fiederschnittige Blatt der Palmen an die vollkommenste Blattform der Dicotylen erinnert**).

Die allgemein jetzt herrschende Ansicht, es entständen die Holzbündel der jüngeren Blätter in dem Stamme der Monocotylen aufserhalb der älteren, ist, wie aus dem Vorhergehenden sich ergiebt, nicht richtig. Die unteren Enden aller Holzbündel der Blätter liegen in einer einfachen Schicht, die in dem cylindrischen Stamme einen Cylindermantel[1]) bildet, also alle von der Mittellinie gleichweit entfernt: die später entstandene Spiralfaser nicht aufserhalb, sondern neben und oberhalb der älteren. Eine *„vegetatio peripherica“* ein „umsprossendes Wachsthum“ findet in dem Sinne wie Unger, Mohl und andere es annehmen, nicht statt: die Monocotylen sind in dieser Bedeutung ebensowenig Endlicher's und Unger's *„Amphibrya“* wie sie Desfontaine's und Decandolle's *„Endogenae“* sind.

VIII.

Vergleichung des Baues der Palmen mit dem der Farne.

Bevor wir eine Vergleichung des Farnstammes mit dem Stamme der Palmen und der übrigen Monocotylen anstellen können, ist es nothwendig, die verschiedenen

*) Eine noch merkwürdigere analoge Knospenentwickelung aus dem Cambium der Wurzelspitze beobachtete ich hier im Decker'schen Garten an einer gefüllten Balsamine, wo sich aus der Spitze einer Adventivwurzel eine den übrigen ähnliche, gefüllte Blume vollständig entfaltete.

**) Die *Chamaedorea Casperiana* Kl. hat selbst wahrhaft gefiederte Blätter.

[1]) Ich hoffe es wird überflüssig sein mich vor dem Vorwurfe zu bewahren, dafs ich hier an mathematische Formen denke. Der Organismus schafft nicht nach den Gesetzen des Mechanikers! —

bisher wenig bekannten anatomischen Verhältnisse des Ersteren, so weit ich dieselben kennen lernte, zu betrachten. Mag auch hier die Entwickelungsgeschichte uns leiten. Die erste Anlage zu dem Stamme eines sich entwickelnden Farnes finden wir in dem kugligen zelligen Körper, der sich aus einer Stelle im Innern des flächenartig sich ausbreitenden Gewebes hervorbildet, das durch die Zellenvermehrung der Spore entstand. Von der Oberfläche dieses cambialen Zellenkörperchens erhebt sich nun, wie wir es an dem Keimlinge der Monocotylen sahen, die Anlage eines Blattes, der entsprechend in den mittleren Schichten jenes Cambiums eine Spiralfaser entsteht, die sich, mit der Sonderung der Gewebe, in das sich entwickelnde Blatt fortsetzt. Andere Spiralen der folgenden, an dem Umkreise des Keimlinges entstandenen Blätter, bilden sich neben der ersten mit dieser einen Cylinder darstellend, der die Grenze von Mark und Rinde andeutet.

Bei den Monocotylen verharrten besonders zwei gegenüberliegende Punkte des Cambiums in der Vermehrung desselben und in der Umwandlung der dem Parenchyme angrenzenden Schichten in die Form dieses Letzteren. In dem einen dieser Enden setzte sich ununterbrochen gleichmäfsig der begonnene Vorgang fort, während in dem anderen periodische Erhebungen des in der Vermehrung begriffenen Cambiums, über die Oberfläche des cylindrischen Zellenkörpers eintraten, die mit den in der innern Cambiumschicht erscheinenden Spiralfasern in Wechselwirkung zu stehen schienen, indem mit der Absonderung jener Oberflächenausbreitung von dem Stammkörper des Keimlinges auch die Spiralfasern den zur Spitze des Stammes gerichteten Weg verliefsen, mit jener zum Blatte sich umformenden Ausbreitung seitlich fortwachsend und in ihr endend. Diesem ersten Blatte folgte das zweite und dritte und die übrigen in ähnlicher Weise an dem Umkreise jenes Zellenkegels. So wurde diesem blätterbildenden Ende des Stammes das Vermögen gegeben, sich beständig zu verlängern, während dem entgegengesetzten Wurzelende eine kürzere Thätigkeit vorgeschrieben und ihm bestimmt war, bald anderen ihm ähnlich gebildeten Organen, das Geschäft des Sammelns der nahrungsfähigen Stoffe aus der Umgebung zu überlassen.

Hier bei den Farnen ist auch diese kurze Frist der Thätigkeit und des Wachsens dem zweiten Ende des dem Keimlinge zu vergleichenden Zellenkegels nicht beschieden: nur die freie, obere Spitze desselben verlängert sich Blätter bildend und die im Wasser gelösten Nahrungsstoffe durch Wurzeln erhaltend, die gleichzeitig mit jedem Blatte, scheinbar von dessem Grunde ausgehend, über die Oberfläche des Stammkörpers sich verlängern. Es fehlt also in dieser Pflanzengruppe ganz die als Verlängerung des oberirdischen Stammes erscheinende Pfahlwurzel*).

Die äufsere Form des erwachsenen Farnstammes ist sehr verschieden, und bedingt durch die Richtung seines Wachsthumes und die Länge der Abstände seiner Blätter, zum Theil auch durch die Häufigkeit seiner Verzweigung.

Hinsichts der Richtung haben wir den wagerecht unterhalb der Erdoberfläche oder auf derselben fortkriechenden von dem scheitelrecht aufsteigenden Stamme zu unterscheiden. Bei dem ersteren finden wir am häufigsten die gabelig verzweigten Formen mit langen Zwischenknoten, wie sie den Gattungen *Pteris*, *Lithobrochia*, *Chei-*

*) Das Festwachsen des untern Endes des Farnkeims und seine Ernährung aus dem Prothallium hat die gröfste Aehnlichkeit mit dem Anwachsen der befruchteten und zur Kapsel sich entwickelnden Keimzelle der Moose auf ihrem Blumenboden; so wie mit dem Eindringen eines Parasiten in das Gewebe der Nährpflanze.

lanthes, Gleichenia etc. eigen ist, verbunden mit einem inneren Baue, dessen Einfachheit wohl nur übertroffen wird durch einige Stämme der äufserlich ähnlich gestalteten, doch senkrecht aufsteigenden, anderen Körpern anhaftenden, in der Atmosphäre lebenden Formen die uns die Gattungen *Hymenophyllum, Trichomanes, Polybotrya, Campyloneurum* vorführen. Am häufigsten ist die aufsteigende, auf der Oberfläche des Bodens kriechende, durch die dicht gedrängt stehenden Blätter buschige Form, die Link die strauchartigen Stämme *(caudices frutescentes)* nennt, die die Farne der nördlichen Breiten meistens besitzen, während sie auch in den tropischen Gegenden durch die Häufigkeit der artenreichen Gattungen *Asplenium, Lomaria, Aspidium, Adiantum, Polypodium, Acrostichum, Blechnum, Salpiglaena etc.* am meisten gefunden wird, und nur selten durch eine fleischige Verdickung des Stammes und der unteren Theile der Blattstiele, wie besonders die *Marattia* ihn zeigt, eine knollenartige Form bekommt, die durch die gestreckten Stämme der *Danaea* zu den gewönlichen holzigen zurückkehrt, denen die Uebergangsformen des länger fleischig bleibenden *Diplazium celtidifolium* sie verbindet.

Einen gleichen Standort mit diesen saftreichen knolligen Formen haben die durch den palmenartigen, frei aufwärts strebenden Stamm einen vollkommneren Bau verrathenden, baumartig gestalteten Farne, die, beschränkt auf die immerfeuchten, kühleren Berggipfel der tropischen Zone oder die warmen Küsten des diese begrenzenden, gemäfsigten Himmelsstriches*), als vereinzelte Nachkömmlinge eines üppigen Pflanzenwuchses vorkommen und unserer Phantasie ein reizendes, anmuthiges Bild von dem Pflanzenleben auf der Oberfläche unseres Erdkörpers, bevor er den Menschen zu tragen bestimmt war, vorspiegeln.

Doch besser werden wir ihn verstehen und vielleicht einsehen lernen, wefshalb er anderen, von seinem Baue verschiedenen Pflanzen in dem trockneren Luftkreise der jetzt die Oberfläche unseres Planeten umgiebt, weichen mufste, wenn wir uns der Mühe unterziehen, den inneren Bau der mannigfach abweichenden Bildungen des Farnstammes zu untersuchen.

Wir haben schon gesehen, wie sich aus dem gleichförmig cambialen Gewebe des dem Keimlinge zu vergleichenden Körperchens das Rindengewebe hervorbildet. Diese Sonderung geht bei der Keimpflanze der verlangsamten Entwickelung der Anlage neuer Blätter einige Zeit voraus; in der Gipfelknospe des älteren Stammes indessen, deren gedrängter stehende Blätter in rascherer Folge sich entwickeln, folgt die Sonderung des Rindengewebes, wie wir es auch bei den Monocotylen sahen, der Anlage des Blattes: geht jedoch der Sonderung der Gewebe des Blattes vorher, in welche dasselbe ununterbrochen übergeht wodurch es unmöglich wird die Grenze von Blatt und Rinde anzugeben.

Zugleich mit dem Erscheinen der kegelförmig sich erhebenden Blattanlage treten im Grunde desselben die ersten, punktirt-verdickten Zellen, die Anfänge der Spiralfasern auf, welche sich bei dem beschleunigten Wachsthume des Blattes in dasselbe als abrollbare Fasern hineinverlängern. Von demselben Ursprungspunkte des ersten Blattes erhebt sich gleichzeitig ein Zellenkegel von dem Körper des Keim-

*) Von *Cyatheaceen* aus der Gattung *Alsophila* steigt die *A. ferox* Mart. am tiefsten herab; sie findet sich mit den baumförmigen *Hemitelien* auch in den heifsen tropischen Ebenen. *Cyatheen* fand ich in dieser Zone nicht unter 3000 Fufs.

linges in entgegengesetzter Richtung des Blattes sich verlängernd; es ist die erste Wurzel (Adventivwurzel) der jungen Pflanze, in die hinein, von demselben Punkte von dem die Spiralfaser des Blattes ausging, sich einige gleichgebaute Spiralen begeben.

Auch der aus der Spore durch innere Zellenvermehrung entstandene blattartige, oft zweilappige Vorkeim besitzt Organe, die zur Ernährung seines Gewebes die nöthigen Stoffe aus der umgebenden Natur herzuführen. Es unterscheiden sich diese die Wurzelthätigkeit ausübenden Organe von den eigentlichen Wurzeln durch ihren Bau, jene sind gleich den Wurzelhaaren einfache Verlängerungen der Oberhautzellen, sie vertreten die Stelle der Wurzeln bei dem Vorkeime der Farne und bei den ausgewachsenen Pflanzen der Familie der Laub- und Leber-Moose und der noch einfacher gebauten Gewächse. Jene Wurzel dagegen, die mit dem Erscheinen des ersten Blattes auftritt, ist ein aus verschiedenen Geweben ähnlich gebautes Organ wie wir es bei den Palmen kennen lernten. Es besteht dieselbe aus Faserbündeln, die die Anordnung zu einem Holzcylinder, wie ihn die Wurzel der Monocotylen besitzt, erkennen lassen. Diese Holzbündel nehmen ihren Anfang von dem Holzcylinder des Stammes, dessen äufserer Oberfläche sie anliegen. Bei denjenigen Arten, deren Holzcylinder von einem Bastgewebe umgeben ist, verlängert sich dies gleichfalls in die Wurzel den Holzcylinder derselben umkleidend, während das Markgewebe des Stammes sich nicht in die Wurzel fortsetzt. Das Rindenparenchym ist häufig, besonders bei den oberirdischen Stämmen, auf eine Oberhautschicht beschränkt, deren Zellen häufig zu Haaren auswachsen. Die oft fleischigen Wurzeln vieler unterirdischen Stämme besitzen indessen nicht selten ein vollständiges Rindengewebe, in dem bei den Marattien selbst Gummigefäfse vorkommen, denen gleich die im Stamme vorhanden sind. Auch die Mütze, dies Erkennungszeichen der eigentlichen Wurzel, ist hier stets vorhanden. Kaulfufs bildete sie schon 1827 „das Wesen der Farrenkräuter Fig. 44“ ab.

In Rücksicht auf Zeit und Ort der Entstehung der Farnwurzel findet gleichfalls Aehnlichkeit mit derjenigen der Monocotylen, indessen doch keine vollkommene Gleichheit statt. Der monocotyle Stamm ist fähig, bald nach der Bildung des Blattes, vielleicht gleichzeitig mit dessen Entfaltung an der äufseren Seite des Holzcylinders des dem Blatte nächst unteren Zwischenknotens eine Wurzel hervorzubringen und in sehr vielen Fällen findet wirklich diese rasche Wurzelbildung statt. Bei den Farnen dagegen ist nicht nur dies möglich, sondern es ist selbst Gesetz bei dem Wachsthume des Stammes schon gleichzeitig mit der Anlage des Blattes, vor dessen Entfaltung eine Anzahl von Wurzelanlagen aus der Oberfläche des Cambium-Cylinders hervorzubilden, während der ihnen benachbarte Theil seiner Zellen sich in das parenchymatische Rindengewebe umformt. Es sind daher diese Wurzelanlagen in ihrem jüngsten Zustande einfache Cambium-Bündel, die wagerecht oder hinabgewendet in dem eben abgesonderten Rindenparenchyme sich befinden, nur durch ihre Stellung und durch Vergleichung mit älteren schon vollsändig mit Geweben versehenen Wurzeln als solche zu erkennen, und von Blattknospen zu unterscheiden. Von der Art der Ernährung des Stammes und der durch diese bedingten Weise des Wachsthumes und der Gestaltung hängt es ab, ob das Cambium dieser Wurzelanlagen früher oder später wie die zunächst dann aus der cambialen Stammspitze sich hervorbildenden

Blätter in Gewebe sich umformt. Bei dem baumartigen Stamme, wo eine grofse Anzahl dieser Wurzelanlagen unter jedem Blatte sich befinden, wird ihre Entfaltung verlangsamt und bis zu dem Eintritte äufserer günstiger Verhältnisse unterdrückt, daher auch die Gewebebildung in ihnen weniger rasch vor sich geht. Es ruhen dann diese Würzelchen in dem Rindengewebe, dessen Oberhaut sie erhoben oder durchbrochen haben, wodurch die Oberfläche des Stammes ein höckriges, warziges Ansehn bekommt. Bei anderen Stämmen, besonders bei denen mit sehr verkürzten Zwischenknoten, die Link zu den strauchartigen rechnet, (a. a. O.) erhält schon vor den Blättern die Wurzel Spiralen und Holzfasern aus dem cambialen Holzcylinder des Stammes. Unterhalb eines jeden Blattes entsteht eine bestimmte Anzahl von Wurzeln, indem einzelne Theile des Cambium-Cylinders sich für die Bildung dieser nach Aufsen wenden, wodurch zugleich eine Lücke in dem bis dahin hier zusammenhängenden Cylinder entsteht, in welcher Mark- und Rindengewebe einander berühren. Nachdem später auch die in das Blatt verlaufenden Theile des cambialen Holzcylinders von dem dieser Lücke zunächst angrenzenden Gewebe aus dem Zusammenhange mit dem Stamme getreten und sich nach Aufsen in das Blatt gewendet, schliefst sich diese Lücke des Cylinders wieder. Später werden wir sehen, wie sich bei den unterirdisch-kriechenden Stämmen von *Pteris, Lithobrochia, Cheilantes etc.* für das Blatt ein zusammenhängender Abschnitt des Holzcylinders trennt. Im Allgemeinen findet hier derselbe Vorgang statt, nur dafs bei diesen aufsteigenden meist oberirdischen Stämmen, der sich vom Cambiumcylinder trennende Abschnitt nicht zusammenhängend verholzt, sondern in einzelne, durch Zellgewebe getrennte Bündel aufgelöst wird. Diese Wurzeln des verkürzten Stammes erlangen nun sehr früh den ihnen als solche eigenthümlichen Bau, den Holzcylinder und die Wurzelmütze, worauf sie sich über die Oberfläche des Stammes hinaus verlängern.

Wie ich schon oben erwähnte, ist an der jüngsten in der cambialen Gipfelknospe sich als Cambiumbündel aussondernden Wurzelanlage nicht zu unterscheiden, welches ihre spätere Bestimmung sein wird, da die eigenthümliche Umformung der Zellen an der Spitze in das Gewebe einer Wurzelmütze noch nicht eingetreten ist. Bei dem *Diplazium celtidifolium* Kunze beobachtete ich nun auch wirklich, dafs die Cambiumbündel, die die Stelle der Wurzel einnehmen bei sehr vermehrtem Zuflusse von Nahrungssaft, nicht die eigenthümliche Wurzelmütze erhielten, sondern sich ohne diese über die Oberfläche des Stammes hinaus verlängert hatten, dafs sie mit den, den oberirdischen Theilen der Pflanze eigenthümlichen Epidermialschuppen statt jener versehen und ihr Gewebe mit Chlorophyll gefüllt war; ihre Blattknospennatur war besonders der Schuppen wegen nicht zu verkennen, auch besafsen andere, ältere, die an ähnlicher Stelle standen, schon Blattanlagen.

Aufser diesen bei den Farnen gesetzmäfsig mit der Blattanlage zugleich erscheinenden Wurzeln, findet sich auch noch eine ähnliche Wurzelbildung durch Zellenvermehrung des cambialen Gewebes aus dem schon völlig ausgebildeten Holzcylinder, wie sie bei den Monocotylen vorkommt. Das Erscheinen dieser, scheint mehr eine Folge unregelmäfsiger Ernährung des Stammes zu sein, doch sind die Bedingungen derselben noch genauer zu erforschen, ich kann für jetzt nur auf ihr Vorkommen aufmerksam machen, ohne diese angeben zu können[1]).

[1]) Auch bei den Lycopodien, deren Wurzeln einen gleichen Bau besitzen, tritt diese Bildung unter günsti-

Kehren wir zur Betrachtung des Stammes der Farne zurück, so finden wir den einfachsten Bau desselben in den fadenförmigen, dünnen Stämmen des *Hymenophyllum* die aus cylindrischem Zellgewebe bestehen, dessen Häute verdickt und gelb gefärbt sind; in der Mitte dieser befindet sich ein Cylinder cambialen Gewebes in dem einzelne Spiral- und Treppen-Fasern zerstreut stehen, die fast die Mittellinie des Stammes einnehmen, so dafs hier ein centrales Holzbündel vorhanden zu sein scheint, von dem sich einzelne Fasern für die Blätter trennen. Vergleicht man hiermit die Stämme der zunächst verwandten Gattung *Trichomanes,* so findet man schon einen deutlichen Uebergang zu denjenigen mit wirklichem Stärke enthaltendem Markgewebe anderer Farne. Zwar ist noch hier dies eigentliche Markparenchym nicht vorhanden, es nimmt noch das Cambium von dem die Gefäfse umgeben sind, die Stelle desselben ein, doch deutet schon die Sonderung der Gewebe auf eine Trennung von Rinde und Mark hin, es findet hier ein ähnliches Verhältnifs statt, wie bei den mit einem sogenannten centralen Gefäfsbündel versehenen Phanerogamen. Noch deutlicher tritt dies Verhältnifs hervor bei den Osmundaceen und Schizaeaceen, wo die gröfseren Bündel von Holzfasern von einander abgesondert in dem Cambium zu einem Cylinder geordnet sind, der ein, besonders bei den Arten der *Osmunda,* bedeutendes, grofszelliges, parenchymatisches Gewebe einschliefst. Dies das Mark vertretende Zellgewebe enthält jedoch nie Stärke, sondern ist immer mit den Stoffen gefüllt, die sich in dem das Holz zunächst umgebenden, cylinderförmigen Cambium finden: es ist wie dies ein Zellgewebe, dafs in der Bildung neuer, endogener Zellen gehemmt wurde. — Die unterirdisch kriechenden Gleichenien von denen ich die *Mertensia furcata* Willd. untersuchte, bilden einen Uebergang zu der andern Gruppe von Farnstämmen. Die einfachsten Formen finden sich bei den Gattungen *Pteris*, *Lithobrochia*, *Cheilanthes, Hypolepis* und ähnlichen unter der Erdoberfläche kriechenden Stämmen, die einen geschlossenen Holzcylinder besitzen, der das Gewebe des Stammes in Mark und Rinde trennt, und sich nur dort öffnet, wo Theile desselben in Zweige und Blätter abgege-

gen Verhältnissen ein. Die Erscheinungen sind dann dieselben wie sie bei den Monocotylen ausführlich beschrieben wurden. Ueberdies verlängert sich auch bei passender Behandlung (vergl. Reinecke Gartenzeitung Aug. 1847) ein Holzbündel des durchschnittenen Stammes unmittelbar in eine Wurzel. Taf. XII. 14 habe ich einen solchen Fall von dem *Lycopodium Springii* Kl. et Karst. gezeichnet. Der Stamm dieser Pflanze wird von einem zusammenhängenden marklosen Holzcylinder, der die Mittellinie einnimmt und von einem in einzelne Bündel getrennten, diesen inneren umgebenden Cylinder durchzogen. Aehnlich wie uns die Farne noch zeigen werden, verlaufen die von dem mittleren Cylinder kommenden Bündel eine Strecke in dem äufseren nach Oben, und trennen sich dann erst von diesem in ein Blatt. Ein Abschnitt dieses äufseren Cylinders, der aus mehreren in verschiedene Blätter gehenden Fasern besteht, hat sich nun Fig. 14 in eine Wurzel verlängert. — In dem der Schnittfläche nahen Cambium des Holzbündels, beginnt in diesem Falle eine Zellenvermehrung, wodurch ein cambiales Gewebe, das die Schnittfläche der Fasern überdeckt, gebildet wird, aus dem die Verlängerungen der verschiedenen Gewebe des Holzbündels des Stammes entstehen, die dann in die so gebildete Wurzel sich fortsetzen (Fig. 15), deren äufserste Zellenschicht den Bau und die Thätigkeit der Wurzelmütze angenommen hat (Fig. 16).

Kürzlich hat auch Naegeli (Zeitschr. f. w. B. Bot.) über den Bau der Lycopodien sich ausgesprochen, er ist meiner Ansicht über die Bedeutung des sogenannten centralen Holzbündels, nur in etwas weichen meine Beobachtungen von den dort mitgetheilten ab. Pag. 133 sagt Naegeli: „Das unterste Ende des Gefäfsbündels trifft auf die Biegungsstelle eines anderen Gefäfsbündels — — — —. Das nächste Gefäfsbündel welches entstehen wird, wird sich an dem innern oberen Winkel der Biegungsstelle des obersten Gefäfsbündels festsetzen“ etc. — Ein solches ununterbrochenes, senkrechtes Aneinanderreihen habe ich nicht gefunden, vielmehr gesehen, dafs in dem Cambiumcylinder des jüngsten Lycopodienstammes, ebenso wie in dem ähnlich gebauten Monocotylen- und Farn-Stamme mit sogenanntem centralen Holzbündel, die unteren Enden der ersten Holzfasern der Blätter zwischen zwei älteren liegen, ebenso wie die Blätter des Lycopodienstammes meistens nur scheinbar senkrecht übereinander stehen.

ben werden. In der cambialen Spitze dieser Stämme treten gleichzeitig mit der Umformung der Cambium-Zellen in Mark und Rindengewebe Spiralfasern in dem Theile auf, der sich in die gleichzeitig erscheinende Blattanlage verlängert; neben diesen Spiralen bilden sich darauf die Zellen des das Mark umgebenden Cambium-Cylinders in Holzgewebe um. Auf diese Weise sind die Gewebe in den Stämmen jüngerer Pflanzen oder in solchen, die durch den Standort auf eine spärliche Nahrung beschränkt sind, vertheilt. In älteren und recht kräftigen Stämmen findet sich in dem, von diesem zuerst gebildeten Holzcylinder umgebenen Markgewebe ein zweiter Holzcylinder an, der entweder, wie mir es bei der *Dicksonia rubiginosa* Kaulf. schien, aus einem kleineren Aste entsteht, der sich von dem Holzcylinder nach Innen abzweigt, oder der, wie es bei der *Pteris Orizabae* Mart. *Lithobrochia gigantea* Prsl. und einigen ähnlichen der Fall ist, unmittelbar im Marke als kleines Bündel auftritt, das sich während seines Verlaufes im Stamme in einen Cylinder umformt. Ein gleiches Verhältnifs findet sich auch in dem Baue des aufrechten Stammes der *Dicksonia Lindeni* Hook. und der fleischigen Marattiaceen (Taf. XII. 5, 6 u. 10). Diesem zweiten, inneren Cylinder folgt häufig noch ein dritter, der sich auf gleiche Weise in dem umfangreicher gewordenen Marke des zweiten bildet.

Den unteren, frei im Markgewebe endenden Anfang dieser inneren Holzcylinder fand ich aus verdickten Bastzellen bestehend, etwas höher hinauf treten in diesem einzelne Holzfasern, so wie Holz- und Cambium-Zellen auf; später findet sich in der Mitte des zu einem Cylinder geordneten Holzgewebes Stärke enthaltendes Parenchym an.

Die erste Absonderung dieser mittleren, frei im Marke auftretenden Holzcylinder in der Gipfelknospe habe ich nicht beobachtet, es liegt jedoch nicht fern, aus dem was wir bisher über die Umformung des Cambiums in die Gewebe des Stammes gesehen, den Grund seines Entstehens zu erschliefsen. Alle diese Erscheinungen deuten nämlich darauf hin, dafs die Umänderung des Cambiumkegels der Gipfelknospe in stärkehaltiges Parenchym und in Holzzellen in bestimmtem Verhältnisse geschieht und abhängig ist von der Ernährung der Pflanze. Es scheint mit dem gröfseren Umfange eines Pflanzenkörpers seine Sonderung in mehrere Gewebe in nothwendigem Zusammenhange zu stehen, hat die Nahrungsflüssigkeit einer gewissen Menge eines Gewebes zur Assimilation gedient, so ist sie zum Wachsthume dieses und zur Erzeugung des in ihm enthaltenen Absonderungsstoffes nicht mehr brauchbar; es wird eine andere Bildung auftreten. Von der Richtung des Nahrungszuflusses wird die Anordnung der Gewebe abhängen, daher wird auch die Kenntnifs des im Stamme der Farne und der Palmen obwaltenden Verhältnisses dieser Wege des Nahrungsstoffes es erklären, wefshalb bei letzteren die in dem Markgewebe abgesondert verlaufenden Holzbündel anfangs mit dem Cambium-Cylinder zusammenhängen, während bei den Farnen meistens in der Mittellinie der cambialen Spitze des Stammes sich die ersten Anfänge, der durch das Markgewebe von dem Holzcylinder getrennten Bündel zeigen. Später werden wir noch einige baumartige Farnstämme kennen lernen, bei denen ebenso wie bei den Palmen sich einzelne Bündel von der inneren Seite des Holzcylinders trennen, das Mark bis zur Mitte durchlaufen, und dann wieder nach dem Umfange des Stammes sich wenden, wo sie in ein Blatt sich verlängern.

Bei diesen unter der Erdoberfläche kriechenden Stämmen der Gattungen *Pteris*,

Lithobrochia, *Cheilanthes etc.* so wie bei dem aufrechten Stamme der *Dicksonia Lindeni*, sondert sich von dem Holzcylinder des Stammes für das Blatt ein einziger zusammenhängender Abschnitt, es findet an der Abgangsstelle der Wurzel keine Trennung desselben durch Parenchymbildung statt. Die *Alsophila pruinata* Kaulf., die ich in aufrechten Stämmen von drei Fufs Höhe fand, bildet auch in Rücksicht auf dies Verhalten des Holzcylinders (Taf. XII. 1—4) zu dieser Gruppe einen Uebergang von den baumartigen Formen, wo es Regel ist, dafs die für die Blätter bestimmten Holztheile in mehreren Bündeln sich von dem Stamme trennen; indessen ist dies auch nicht ohne Ausnahmen, ja es kommt bei Stämmen derselben Art vor (ich fand es so bei der *Cyathea aurea* Kl. und *Alsophila microphylla* Kl.), dafs an dem einen ein zusammenhängender Abschnitt des Holzcylinders in das Blatt eintritt, an dem anderen einzelne Holzbündel, ähnlich geordnet wie jener Abschnitt, die Stelle desselben einnehmen; es scheint gänzlich von der Ernährung der Pflanze abhängig, wie viel des cambialen Gewebes das in der Knospe von dem Cylinder des Stammes sich trennt in Holzzellen, wieviel in Parenchymzellen umgebildet wird. So fand ich in eben diesen Stämmen der *Cyathea* und *Alsophila*, entsprechend der Menge des Holzgewebes in den Blattstielen, eine gröfsere oder geringere Anzahl von Bast- und Holz-Bündeln in dem Markgewebe. Diese Holzbündel des Markes verhalten sich hinsichts des Ortes ihrer Entstehung oder ihres ersten Erscheinens verschieden; einige entstehen in der Mitte des Markgewebes, ähnlich dem oben beschriebenen zweiten oder dritten inneren Holzcylinder, andere sondern sich dort, wo sich die Gewebe des Blattes vom Stamme trennen, von dem Holzcylinder, verlaufen nach Oben und durch die Mittellinie des Markparenchymes, worauf sie sich wieder nach dem Umfange des Stammes wenden und senkrecht über ihrer Ursprungsstelle in ein Blatt eintreten, in dessem Stiele sie die Mitte einnehmen und ihn der ganzen Länge nach durchziehen, während die seitwärts befindlichen, nicht das Mark durchziehenden, in die Blattfiedern gehen.

Am wenigsten zu einem zusammenhängenden Cylinder vereinigt ist das Holz-Gewebe des aufrecht kletternden Stammes, z. B. bei *Polybotrya, Campyloneurum, Pleopeltis etc.*, hier schliefst sich der Holzcylinder erst in weitem Abstande von der Trennungsstelle der für die Blätter bestimmten Theile, welche durch lange Stengelglieder von einander entfernt sind, so dafs man leicht verführt wird zu glauben, es seien einzeln stehende, zu einem Cylinder geordnete Holzbündel in dem Stamme. Doch auch hier z. B. bei der *Polybotrya serratifolia* Kl. fand ich zuweilen bei den jungen Aesten recht kräftig gewachsener Pflanzen einen vollständigen, zusammenhängenden Holzcylinder.

Uebersehen wir nun noch einmal die angegebenen Verhältnisse der Anordnung des Holzgewebes in den verschieden gestalteten Stämmen, so können wir nach dem Mangel oder dem Vorhandensein von wirklichem, Stärke enthaltendem Markparenchyme zwei Gruppen unterscheiden, die eine durch die marklosen Stämme der Hymenophylleen, Gleicheniaceen, Schizaeaceen und Osmundaceen gebildet, die zweite aus den Ophioglosseen, Polypodiaceen und Marattiaceen bestehend, deren mehr oder minder geschlossener Holzcylinder ein Markgewebe einschliefst. Wir finden innerhalb dieser Gruppen eine Reihe von Formen nebeneinander die uns die Entwickelungsgeschichte wiederholen, die eine der vollkommener gebauten Arten während ihrer

jugendlichen Zustände zu durchlaufen hat. In dem jüngsten Pflänzchen ist nur eine Spiralfaser, die des ersten Blattes, in dem noch cambialen Gewebe vorhanden, bald entsteht das zweite Blatt und mit ihm gleichzeitig in dem Cambium eine andere Spiralfaser, die Grundlage des Holzbündels dieses Blattes. An anderen Stellen des Umkreises treten die folgenden Blattanlagen auf, denen wiederum Spiralfasern im Gewebe jenes Zellenkegels entsprechen, die mit den früher entstandenen in den Umkreis eines Cambium-Cylinders gestellt sind, der die Mitte des Stammes einnimmt; noch besitzt das Pflänzchen kein Mark, es sind die Zellen des Cambiums, welche sich später zu Bast- und Holz-Zellen umformen, die die Stelle desselben einnehmen. Tritt dies auf, so haben wir den zusammenhängenden Cylindermantel als das die Rinde von dem Marke trennende Holzgewebe, den der unterirdisch kriechende Stamm uns so deutlich zeigte, und erst während der späteren Entwickelung folgen die Blätter rascher aufeinander, so dafs auf einem Querschnitte des Stammes viele vereinzelte Bündel von Holzgewebe in dem Parenchyme ringförmig vertheilt erscheinen, so wie es bei den aufrechten Stämmen der Fall ist.

Zu einem ähnlichen Ergebnisse gelangen wir, wenn wir die Entwickelung der Knospe mit den Entwickelungsstufen des Stammes, die wir in der Familie der Farne kennen lernten, vergleichen. Blattknospen, Aeste, bilden sich bei den Farnen an sehr verschiedenen Stellen seiner Organe, entweder gleichzeitig mit den Wurzeln und Blättern aus dem Cambium der Stammknospe oder nach der Entfaltung jener Organe aus dem sich vermehrenden Cambium, welches das Holzgewebe des Stammes oder der Blätter umgiebt. Die am häufigsten vorkommenden und bei Individuen derselben Art am regelmäfsigsten erscheinenden sind diejenigen Aeste, die bei den unterirdisch kriechenden Stämmen mit mehreren concentrischen Holzcylindern, an die sich noch die aufsteigenden Stämme der *Dicksonia Lindeni* und *Alsophila pruinata* anreihen, mit der Anlage des Blattes zugleich an der äufseren Seite seines Grundes durch eine kegelförmige oder cylindrische Ausbiegung des Holzcylinders entstehen: hinsichts des Verhältnisses ihres Gewebes zum Stamme, den Knospen der Monocotylen-Rhizome zu vergleichen. In der jüngsten Blattanlage hat es zuweilen das Aussehen als besäfse die rinnige Blattstielbasis nach Aufsen einen sackartigen Anhang, z. B. bei der *Alsophila pruinata;* (ähnlich dem Sporne des Blumenblattes) in anderen Fällen, in denen das Knospenwachsthum vorherrscht, verlängert sich der zusammenhängende Holzcylinder der Knospe mit der an seiner Spitze befindlichen Anlage des zum Stamme gehörenden Blattes so, dafs später das Blatt aus dem Zweige erst zu entstehen scheint; so fand ich es besonders bei den Arten der Gattung Cheilanthes und der *Dicksonia rubiginosa,* während an einem aufrecht wachsenden 3 Fufs hohen Stamme der *Alsophila pruinata,* die auf dieselbe Weise mit dem Blatte zugleich an seinem Grunde entstehenden Knospen dieser Art ganz eigenthümlich, ohne Blätter abzugeben, abwärts wuchsen, bis sie die Erdoberfläche erreichten, wo dann die Blätter erschienen (Taf. XII. 2, 3, 4). Bei den aufrecht klimmenden Stämmen von *Campyloneurum, Pleopeltis, Polybotrya etc.* bei denen sowohl im Stamme wie in den Blättern der Holzcylinder nicht geschlossen ist, besitzen dennoch die in der Nähe der Blätter mit diesem zugleich angelegten Knospen anfangs einen geschlossenen Holzcylinder, besonders wenn die Pflanzen im kräftigen Wachsthume begriffen sind, wie es bei denen, deren Knospen zur Entwickelung kommen, immer der Fall zu sein pflegt. Es bilden diese Knospen

eine Uebergangsform zu den oben beschriebenen des *Diplazium celtidifolium* die in der unteren Blattstielbasis, an der äuſseren Oberfläche derselben, an der Stelle der Wurzeln sich finden.

Die zweite Art der Knospenbildung, aus dem das Holzgewebe umgebenden Cambium der schon entwickelten Organe, ist am leichtesten an den Blattstielen und Blattflächen zu beobachten. Wie bei den vollkommneren Pflanzen an den unteren Theilen des Stammes Knospen erscheinen, wenn der Saftfluſs nach der Spitze desselben unterbrochen wird: so bildet sich regelmäſsig an jeder Seite des Blattstieles aus dem verdickten, fleischigen Grunde desselben bei den Marattien eine Knospe, wenn man die Endknospe des Stammes zerstört. Bei der *Danaea alata* Smith. wie bei dem *Eupodium Kaulfussii* Prsl. trennt sich von dem äuſsersten cambialen Holzcylinder des Stammes ein Abschnitt der als Cylinder in den Blattstiel eintritt wo sich mehrere Holzbündel aus ihm hervorbilden, die sich gabelartig spalten, einen oder mehrere in einander befindliche Cylinder darstellend (Taf. XII. 11, 12, 13). An dieser Spaltungsstelle der Holzbündel beginnt nun in dem knollig verdickten, fleischigen Blattstielgrunde eine Zellenvermehrung des Cambiums aus der die Knospenanlage hervorgeht. Martius giebt *(plantae cryptogamicae brasilienses T. 69)* eine sehr gelungene Abbildung einer solchen Knospenentwickelung aus dem Blattstielgrunde der *Marattia cicutaefolia*[1]).

Sehr häufig entstehen Knospen aus den verschiedensten Theilen der zu den Blattflächen gehörenden Rippen, Nerven und Adern; sie erscheinen, im Gegensatz zu den auf der unteren Blattfläche, gleichfalls in der Nähe der Nerven gebildeten Sporenbehältern, auf der oberen Blattfläche. Bei dem *Diplazium plantagineum* Sw. entsteht eine Knospe an der Grenze der Blattfläche und des Blattstieles, bei dem *Diplazium celtidifolium* Kunze an der Trennungsstelle der oberen Blattfiederstiele von dem Hauptblattstiele; aus der Spitze des Blattstieles bei dem *Asplenium Karstenianum* Kl., *Adiantum rhizophytum* Schrad., *Adiantum rhizophorum* Sw.; aus den Nerven der Blattfläche bei der *Caenopteris vivipara*, *Woodwardia radicans* und vielen anderen. Eine geeignete Behandlung, eine feuchte Atmosphäre, so wie überhaupt ein Zusammentreffen günstiger Wachsthumsbedingungen machen fast an jedem Farnblatte die Entstehung von Knospen möglich, selbst nach der Trennung von der Mutterpflanze. In allen diesen Fällen bildet sich dann aus dem die Holzbündel begleitenden Cambium, durch Vermehrung seiner Zellen, ein kleiner kegelförmiger Körper an dessen Oberfläche Blattanlagen erscheinen mit denen gleichzeitig im Innern des Gewebes Spiralfasern auftreten, die, bei vermehrter Blattbildung an allen Seiten der Knospe, einen Cylinder bilden in dessen Mitte sich Cambium befindet, welches an einer etwas höheren Stelle des jungen Stammes in Mark umgeändert wird.

[1]) Auch von den baumartigen Stämmen der *Polypodiaceen* und *Cyatheaceen*, ist es lange bekannt, daſs sie zuweilen ästig werden, ich selbst habe öfter Stämme der *Alsophila senilis* mit 2 oder 3 aus einem Punkte entspringenden Aesten gefunden; bei den Stämmen der *Alsophila aculeata* Kl. beobachtete ich, daſs sehr kräftige, stark treibende, vollsaftige Exemplare, deren halb- oder vollständig entfaltete Blätter abgeschnitten waren, aus den Schnittflächen der letzteren an der Stelle der Holzbündel mehrere Blättchen hervortrieben, wodurch die Bildung eines Astes eingeleitet war. Das, was hier zum Theil durch künstliche Behandlung herbeigeführt wurde, kann im Walde durch das Zusammentreffen natürlicher Vorgänge veranlaſst werden, wenn beim Beginn der Regenzeit, als der Zeit des üppigsten Wachsthumes, durch die Aeste und Zweige umstürzender Bäume alle Blätter eines Farnstammes abgebrochen werden, ohne den Stamm und dessen Gipfelknospe zu verletzen; es würden dadurch die Bedingungen gegeben sein, die der Versuch uns als nothwendig kennen lehrte, um mehrere Aeste hervorzurufen.

So treffen wir hier in der Entwickelung der Pflanze aus der Knospe dieselben Vorgänge, wie die bei der Entwickelung aus dem Vorkeime beobachteten; eine Aufeinanderfolge ähnlicher Zustände, wie sie uns die Entwickelungsstufen des Farnstammes gleichfalls nebeneinander darlegen.

Wenden wir uns nun noch zu dem Blatte der Farne, um es in seiner Entwickelung mit dem Blatte der Monocotylen vergleichend zu betrachten. Gleichmäfsig mit der Hervorbildung der Blattanlage an der Oberfläche der Stammspitze, verlängert sich bei fortdauernder Sonderung des Markgewebes an der innern Seite des Cambiums der dem Blattgrunde gegenüberstehende Theil desselben, als eine Ausbiegung des cambialen Holzcylinders in jene Blattanlage hinein. Da auch in dieser schlauchartigen Ausbiegung der Grundlage des Holzgewebes des Blattes die Bildung von Markparenchym an der innern Seite fortdauert, so steht hier das Mark des Stammes mit dem in der Mitte des Blattstieles befindlichen im unmittelbaren Zusammenhange. Als erste Andeutung eines künftig erscheinenden Holzgewebes tritt in der Cambiumschicht des Blattes eine Spiralfaser auf, der bei stärkeren Blattstielen bald mehrere an jeder Seite der zuerst entstandenen, in kleinen Abständen folgen. Der von dem Cambium-Cylinder des Farnstammes sich trennende Abschnitt verlängert sich als eine oben offene Rinne in den Blattstiel hinein, entweder ganz zu Holzgewebe sich umbildend, oder nur in der Umgebung der Spiralfasern sich in solches verändernd. Mag nun der erste Fall (bei *Pteris, Lithobrochia, Cheilanthes, Dicksonia rubiginosa* und *D. Lindeni* u. a. m.) oder der zweite, häufigere eintreten, fast immer besitzt die Cambium-Schicht des Blattstieles an jeder Seite eine nach innen gebogene Falte, wodurch es kommt, dafs zwei Rinnen übereinander zu liegen scheinen. Die der Mitte des Blattstieles zunächst befindlichen Theile dieser Falten durchziehen die gröfste Länge desselben, während die seiner Oberfläche näheren in die Blattfiedern sich verzweigen. So wie bei den Palmen das zuerst gebildete, stärkste, der Mittellinie des Stammes am meisten sich nähernde Holzbündel die ganze Länge des Blattstieles durchzieht, indem es früher Spiralen und Holzgewebe erhält wie die übrigen später erscheinenden in die Blattfiedern sich wendenden Bündel: so verlaufen auch bei einigen Baumfarnen einzelne Bündel, die sich von der inneren Seite des Cambium-Cylinders dort trennen, wo derselbe nach Aufsen in ein Blatt sich wendet; durch das Mark des Stammes wenden sie sich erst nachdem sie die Mitte desselben erreicht wieder nach der Oberfläche, treten in eine senkrecht über dem ersten stehende Blattanlage und durchziehen hier die ganze Länge des Blattstieles, in dessen Mittellinie sie stehen, während diejenigen, die unmittelbar aus dem Cambium-Cylinder abgingen, ohne das Mark zu durchkreuzen für die Blattfiedern bestimmt sind. Ich beobachtete dies bei den Stämmen der *Cyathea aurea* Kl., der *Alsophila microphylla* Kl. und *Alsophila aculeata* Kl. Schon Mohl erwähnt dieser aus dem Mark stammenden Holzbündel des Farnblattes, deren unteres Ende in den trockenen Stämmen nicht verfolgt werden konnte.

Gleichmäfsig mit dem Wachsthume des Blattes bilden sich die Spiralfasern und das Holzgewebe von Unten nach Oben aus. Bei einigen Farnen erreicht das lange ununterbrochen an der Spitze weiterwachsende Blatt eine bedeutende Länge; bei der *Salpiglaena volubilis* J. Smith fand ich Blätter von zwanzig Fufs Länge, und ich glaube nicht die längsten gemessen zu haben; das *Lygodium polymorphum* Kth.

verhält sich ähnlich[1]) und die gabelästigen Blätter der Gleichenien deuten durch die Knospe an der Spitze des Blattstieles auf eine Entwickelungsfähigkeit, die häufig unterdrückt zu bleiben scheint*). Die Blätter der jüngeren Pflanzen sind bei diesen Farnen einfacher, und hören früher auf an der Spitze weiter zu wachsen; die *Salpiglaena* und das *Lygodium* besitzen dann unpaarig-fiedertheilige Blätter. Erst bei älteren, recht kräftigen Pflanzen wird die Bildung dieser endständigen Blattfieder verzögert, während die gepaartstehenden in immer gröfserer Anzahl sich entwickeln.

Noch einer Eigenthümlichkeit in dem Baue des Farnblattes ist hier zu erwähnen, die gewifs auf die Ernährungsweise der Pflanzen den gröfsten Einflufs ausübt. An den Blattstielen macht sich nämlich jederseits ein heller Streifen bemerkbar, der entweder ununterbrochen der Länge nach verläuft, oder durch einzelne, dunkle, dem übrigen Oberhautgewebe ähnliche Stellen unterbrochen ist. Zuweilen ist die Oberhaut bei alten Blattstielen über jenem helleren Gewebe durch kleine, lenticellenähnliche Oeffnungen unterbrochen, die durch Zerreifsung derselben entstanden sind. Untersucht man das daselbst befindliche Gewebe genauer, so findet man an den hellen Stellen ein rundliches Parenchym, während das Benachbarte langgestreckte Prosenchymzellen sind, die später verdickte Wandungen erhalten. Diese Parenchymzellen enthalten eine gelblich gefärbte, gummiartige Flüssigkeit und meistens sehr grofse Tochterzellen; es steht dies Gewebe in Verbindung mit derjenigen Parenchymschicht, die zunächst das Holzgewebe umgiebt, und die sich meistens durch die Beschaffenheit des Inhaltes und der Häute seiner Zellen, wie durch die in den Zwischenzellgängen enthaltene Luft von dem übrigen Gewebe unterscheidet, das gleichfalls unter sich in engerer Beziehung zu stehen scheint. Bei den Arten der Gattung ***Diplazium*** bei der ***Lotzea,*** bei ***Polystichum caudatum*** Kl., ***Aspidium macrophyllum*** Sw., ***Dicksonia Lindeni*** und vielen anderen färbt sich das Markparenchym ebenso wie die mit demselben in Verbindung stehende verholzte Prosenchymschicht, die unter der Oberhaut sich befindet, später braun, während jene das Holz umgebende Schicht, die sich durch das braungefärbte Gewebe an die hellen Streifen des Blattstieles verfolgen läfst, ungefärbt bleibt. Die Zellen dieser letzteren sind immer etwas kleiner, liegen locker nebeneinander wie ein lungenförmiges Parenchym und sind bald von Absonderungsstoffen entleert, gleichsam abgestorben; sie enthalten dann Kohlensäure in den Zellenhöhlen, die bei dem lungenförmigen Gewebe mit einander in Verbindung stehen[2]).

Bei den Cyatheaceen erstreckt sich diese eigenthümliche Umbildung bis auf die untersten Theile des Blattstieles. Sie findet sich hier an der äufseren Oberfläche des bei der ***Cyathea*** abfallenden bei der ***Alsophila*** stehenbleibenden Blattstielgrundes und ist schon an jungen Blättern als 1, 3, 5 oder mehrere helle Flecke bemerkbar; später nach dem Zerreifsen der Oberhaut haben sie Aehnlichkeit mit Lenticellen. Die Entwickelung und Thätigkeit der einzelnen Zellen dieses Gewebes scheint sehr grofse Aehnlichkeit mit denen der Wurzelmütze zu haben. Nach allen mir bekannt gewordenen Erscheinungen halte ich sie für die Sammler der unorganischen Nahrungsstoffe

[1]) Mohl zählt diese Pflanzen zu den Rankengewächsen und widerlegt Palm, der sie zu den Schlingpflanzen rechnete, (über den Bau der Ranken und Schlingpflanzen p. 152) durch Unbeständigkeit der Wachsthumsrichtung, obgleich die Art der Entfaltung des Blattes nicht mit dem von ihm p. 4 gegebenen Wesen der Ranke übereinstimmt.

[2]) Die Betrachtung dieses lungenförmigen Gewebes, dessen Zellenhöhlen später mit einander in Verbindung stehen, ist denjenigen zu empfehlen, die die sogenannten verästelten Milchsaftgefäfse, wegen deren unregelmäfsige Form, für Zwischenzellgänge halten.

*) Die *Gleichenia* (*Mertensia* Willd.) *pectinata* Spr. erreicht gleichfalls über 20 Fufs Länge.

aus der Atmosphäre und für die Ueberträger derselben an das innere Gewebe, nachdem sie mit den in der Zellhöhle enthaltenen Absonderungsstoffen zu organischen Verbindungen sich vereiniget hatten.

Auch die haar- und schuppenförmigen Anhänge der Oberhaut stehen höchst wahrscheinlich in einer ähnlichen Beziehung zu der Ernährung des Pflanzengewebes, wie ich dies schon bei dem Palmenblatte erwähnte.

Betrachten wir noch endlich die verschiedenen Gewebe des Farnstammes, so finden wir alle diejenigen wieder, die wir schon bei den Monocotylen kennen lernten. Nach der Sonderung des Markparenchymes aus dem Cambium des Gipfeltriebes entstehen zuerst aus dem cambialen Holzcylinder Spiralfasern in bestimmten Abständen seines Umkreises, entsprechend einer Blattanlage an der Oberfläche, in die sich dieselben hineinverlängern (Taf. XI. 1b.). Diesen Spiralfasern zunächst ändert sich das Cambium in langgestreckte Zellen, die sich dann in senkrechte Reihen ordnen, wie es bei den Monocotylen gleichfalls stattfindet, es bilden sich bei den Farnen auf gleiche Weise aus ihnen die punktirten oder gestreiften Holzfasern, die den gröfsten Theil des fertigen Holzcylinders ausmachen; weiter von den Spiralfasern entfernt befinden sich dann die in ihrer Thätigkeit unterdrückten Cambium-Zellen,* bei dem geschlossenen Holzcylindermantel die innere und äufsere Oberfläche desselben bedeckend (Taf. XI. 2d.), bei dem in einzelne Holzbündel aufgelösten meistens das Holzgewebe umgebend und gegen das Markparenchym abgrenzend. Bei denjenigen Stämmen, in deren Mitte kein Mark vorkommt, nimmt es die Stelle dieses ein, meistens in der Form längerer Cylinder-Zellen, selten in der eines eckigen Parenchymes von dem es sich dann nur durch den Inhalt unterscheidet. Die Gummi- oder Saftbehälter, die in dem Holzbündel der Palmen und der meisten Monocotylen fast regelmäfsig vorkommen, finden sich hier bei den Farnen selten. In den Geweben des Holzcylinders des Stammes beobachtete ich sie nur bei der ***Dicksonia rubiginosa,*** dagegen waren diese zum Holzgewebe gehörenden Absonderungsorgane in den Holzbündeln der Blattstiele aller Cyatheaceen vorhanden, die ich untersuchte; sie stehen hier vor den Spiralfasern an der Markseite der Holzschicht, von Cambium- und Holz-Zellen umgeben; sie entstehen aus senkrechten Zellenreihen des Cambiums und verlängern sich auch in solche in den höheren Theilen der dünner werdenden Blattstiele, in deren geringem Zellgewebe die Umbildung in eigentliche Gefäfse nicht mehr stattfand. Häufig finden sich in demselben grofse Zellen, die deren ganze Höhlung ausfüllen, was auch bei den übrigen Gefäfspflanzen seit Malpighi beobachtet ist; nicht selten enthalten diese in den Gefäfsen vorkommenden Zellen Stärke, ja einigemal fand ich auch Chlorophyll in diesen rings von Holzgewebe umgebenen Zellenvegetationen (bei der ***Cyathea aurea*** Kl., ***Alsophila microphylla*** Kl.).

Wie bei der Bildung der Holzbündel der Monocotylen die äufsere Cambiumschicht nicht vollständig in Parenchym umgeändert wird, sondern als ein von dem Cambium verschiedenes Gewebe (die Mutterzellen des Parenchymes, das in der Entwickelung unterdrückt wurde), das Holzbündel umgiebt und nur an der Grenze des Parenchymes die unausgebildeten, endogenen Zellen erkennen läfst: so findet sich auch bei den Stämmen der Farne eine das Holz umgebende Gewebeschicht, deren Zellen schon in der cambialen Anlage des Holzcylinders sich durch die langgestreckte Form auszeichnen, die man erkennt sobald keine Neubildung von Parenchymzellen

in ihm mehr stattfindet; (Taf. XI. 1 c.) auch hier bildet sich dann regelmäfsig an der Grenze des eigentlichen Parenchymes in den Zellen dieses Gewebes, das ich mit dem Bast der höheren Pflanzen für gleichbedeutend halte, eine jüngere Generation von Zellen, die, von der Weite der Prosenchymzellen, in diesen senkrecht übereinanderstehen: es ist eine vollständige Schicht von unausgebildeten Parenchymzellen, die wohl nur auf Veranlassung einer veränderten Beschaffenheit des Nahrungssaftes in dem Wachsthume gehemmt wurden, und darin unter günstigen Verhältnissen fortzufahren bestimmt sind. Bei den in einzelne Bündel aufgelösten Holzcylindern der dünnen Stämme, so wie in den Blattstielen, ist diese Bastschicht meistens sehr unbedeutend, nur durch jene einfache die cambialen Parenchymzellen enthaltende Schicht angedeutet; bei den baumförmigen Stämmen der Farne dagegen findet sich auch in den ausgewachsenen Theilen dieser Bast, in einer bedeutenden Schicht prosenchymatischer, verdickter und braungefärbter Zellen bestehend, die an den dunkel gefärbten Bast der Palmen erinnern (Fig. 2 c.). Von diesem letzteren unterscheidet sich der Bast des Farnstammes dadurch, dafs noch in den verholzten und darauf dunkelgefärbten Zellen desselben Stärke gebildet wird, die ich nie mit Bestimmtheit in dem Baste der Monocotylen erkennen konnte, wohl aber in dem der Dicotylen zuweilen vorfand. Ein anderes Verhältnifs das mir bei Monocotylen bisher nicht bekannt geworden ist, das an die in der Rinde und zuweilen im Marke der Dicotylen befindlichen Bastbündel erinnert, findet sich in dem Farnstamme: nämlich eine Bildung von parenchymatischem Gewebe sowohl auf der nach der Oberfläche des Stammes wie auf der nach dem Holzgewebe gewendeten Seite der Bastschicht, wodurch der Holzcylinder der Baumfarne von dem ihn umgebenden Baste durch eine Schicht von Stärke enthaltendem Parenchyme getrennt wird, in welchem in den Stämmen, deren übriges Parenchym von Gummigefäfsen durchzogen wird, gleichfalls solche Gefäfse vorkommen.

Da bei vielen Arten der Gattungen *Diplazium, Dicksonia, Cheilanthes, Didymochlaena* und sehr vielen anderen auch die Zellen des Markgewebes die braune Farbe annehmen, die die Bastzellen im späteren Zustande besitzen, ihm überdies oft in der langgestreckten, prosenchymatischen Form ähnlich sind, so rechnete Mohl diesen Bast zum Parenchym, er glaubte hierzu um so mehr berechtigt zu sein, als auch in dem später weifsbleibenden Markgewebe der Baumfarne oft einzelne Bündel solcher verdickten Bastzellen vorkommen, die dann durch Umbildung der Markzellen entstanden zu sein scheinen.

Bei denjenigen Arten, die sowohl das braungefärbte Markgewebe besitzen als auch den Bast, färbt dieser sich früher braun wie jenes, seine Zellen sind auch meistens cylindrisch, die des Markes prosenchymatisch geformt. Oft beginnt die braune Färbung des Markes an der Grenze des Holzgewebes und zwar bei jeder einzelnen Zelle an der Seite der Zellwand, die dem Holze zugewendet ist. Dieser Farbenänderung geht immer die Verdickung der Haut voran. In einigen Gattungen kommen gar keine braungefärbten Gewebe vor, z. B. bei der *Marattia;* hier fand ich auch in dem Safte der Pflanze, der sonst durch Eisensalze dunkelgrün gefärbt wird, nicht diese Andeutung von Gerbsäure; es scheint daher dieselbe nicht in dem Bastgewebe erst gebildet zu werden (etwa durch Verwesung des absterbenden Gewebes, in dem noch lebenden Körper!), sondern nur besonders geeignet zu sein, sich mit dem Gewebe des-

selben zu verbinden. Der eigentliche Bildungsort dieser Säure sind die kleinen Bläschen oder Zellen, die in dem gummiartigen Safte der Prosenchymzellen vorkommen. In vielen Arten kommen besondere Zellen in dem Parenchyme vor, die schon durch ihre Form sich von den übrigen unterscheiden lassen, sie sind meistens gröfser und stehen oft in senkrechten Reihen übereinander; ihre Höhlungen sind zuweilen durch Verflüssigung der sich berührenden, wagerechten Scheidewände mit einander verschmolzen, so dafs die Form der Milchsaftfasern dadurch hervorgebracht wird oder die der Gummigefäfse, wenn die Parenchymzellen, die diese Faser zunächst umgeben, zugleich an der Absonderung des Gummi Theil nehmen. In dieser gummiartigen Flüssigkeit finden sich kleine Zellen, deren trüber Inhalt durch Eisensalze schwarz gefärbt wird, diese Zellen halte ich daher für den Erzeugungsort der Gerbsäure.

Einzelne grofse gummihaltige Zellen fand ich in dem Parenchyme der Stämme der *Cyathea aurea* (Taf. XI. Fig. 1a.), *Alsophila senilis, microphylla* u. a.; zu Fasern vereinigt waren diese Zellen in dem Stamme der *Alsophila pruinata*, in derem Blattstiele die Höhlung derselben nicht weiter war, wie die der übrigen Parenchymzellen, nur durch ihren Inhalt von diesen zu unterscheiden, so dafs sie den eigentlichen Milchsaft führenden Fasern ähnlich waren. Eigentliche Gummigefäfse fand ich in dem Gewebe des Stammes, der Blätter und der Wurzeln der *Marattiaceen*, hier nehmen auch die, die einfachen Fasern umgebenden Zellen an der Absonderung des Gummi Theil. Das Vorkommen der Gummi-Gefäfse und -Fasern ist also nicht an die Form des Stammes gebunden, erstere kommen in den verkürzten Stämmen der *Marattien* vor, und sie fehlen, wie auch die einfachen Fasern, in vielen baumartigen, z. B. in dem *Polypodium subincisum* Willd. und *Karstenianum* Kl., der *Didymochlaena sinuosa* Desv., *Polybotrya serratifolia* Kl. und *canaliculata* Kl., der *Hemitelia obtusa* Kl. und *Balantium Karstenianum*, welche letzteren in dem weifsen Markparenchyme überdies weder Bast- noch Holz-Bündel enthalten.

Das Gewebe der Rinde ist dem des Markes an Form und Inhalt immer sehr ähnlich, die Schichten der Oberhaut sind spindelförmig und erhalten später verdickte Wandungen, sie setzen sich über die Basis des Blattstieles fort, dessen weiter vom Stamme entfernte Theile meistens nur von einer einfachen Schicht solcher Oberhautzellen bedeckt sind. Da auch die, den Holzcylinder umgebende Bastschicht bei manchen Farnen mit der Oberhaut des Blattes zusammenhängt (vergl. XII. 1), so kann man eine Aehnlichkeit in der physiologischen Bedeutung dieser Gewebe vermuthen.

Vergleichen wir nun noch einmal übersichtlich den Bau des Farnstammes mit dem der Palmen, so finden wir die gröfste Verschiedenheit in dem Verhalten der Holzbündel während ihres Verlaufes zu den Blättern. Bei den Palmen und Monocotylen überhaupt war es Regel, dafs die Holzbündel sich an der Markseite von dem Holzcylinder trennten und vor ihrem Eintritte in das Blatt das Markgewebe durchzogen; bei den Farnen dagegen tritt dies Verhältnifs nur ausnahmsweise ein, Regel ist es, dafs die Spiralfaser mit dem sie begleitenden Holzgewebe senkrecht in dem Holzcylinder aufsteigt und nur eine Biegung nach Aufsen in das Blatt macht.

Jeder neuen Blattanlage entsprechend, entstehen in dem cambialen Holzcylinder neue Spiralfasern als die Grundlage von Holzbündeln, die, ohne unmittelbaren Zusammenhang mit den Spiralfasern anderer Blätter, mit allem Holzgewebe das in

ihrem Bereiche aus dem Cambiumcylinder hervorgeht, sich in das entwickelnde Blatt hineinverlängern. Im weiteren Verlaufe der Entwickelung des Stammes kann mehr oder weniger senkrecht, oberhalb der in ein Blatt getretenen Spiralfaser, wie wir es bei den Monocotylen sahen, eine andere neue Faser entstehen: keineswegs ist jedoch diese Faser, oder das um sie sich bildende Holzbündel, als eine Verlängerung des früher vom Stamme in ein unteres Blatt gehenden Bündels zu betrachten. Mohl, der dies annimmt (*Structura caud. filic. arbor.* 1833) und darin eine gänzliche Verschiedenheit in der Wachsthumsweise des Stammes der Farne und Monocotylen erblickt, hat nicht nur die zuerst auftretenden Holzbündel mit dem übrigen Gewebe des Holzcylinders verwechselt, sondern auch unbeachtet gelassen, daſs zunächst oberhalb des, in ein Blatt sich nach Auſsen wendenden Holzgewebes eine markstrahlenähnliche Parenchymbildung eintritt, und durchaus kein Cambium verbleibt, das die Entstehung von Holzbündeln oder einer Holzschicht veranlassen könnte.

Mohl's *„vegetatio terminalis“* findet ebenso wenig in der von ihm untergelegten Bedeutung statt, wie die Gründung der von Endlicher und Unger aufgestellten Abtheilung der *„Acrobrya“* sich durch sie rechtfertigen läſst.

Ob der ganze Cambium-Cylinder zu Holzzellen sich umbilde oder nur einzelne, die zuerst gebildeten Spiralen umgebenden Theile desselben: ob in Folge dieser Umänderung ein geschlossener- oder ungeschlossener Holzcylinder entstehe, ist in der Familie der Farne eben so wechselnd, wie bei den übrigen mit einem Holzcylinder versehenen Pflanzengruppen und wie wir oben p. 166 sahen, die Bildung dieser Gewebe zum Theil von der Ernährung der Pflanze abhängig. Eine geringe Cambiumschicht umgiebt immer das entwickelte Holzgewebe und begrenzt dasselbe gegen die benachbarte Parenchym- oder Bastschicht; hierin weicht der Bau der Farne von dem der Palmen und der übrigen Monocotylen ab, indem bei diesen Pflanzen das Cambium in der Regel nur an der einen, nach der Stammoberfläche gewendeten Seite des Holzgewebes sich findet. Ausgezeichnet sind die meisten Farne, besonders die baumartigen Stämme, durch die bedeutende Bastschicht, die die Holzbündel oder den Holzcylinder allseitig umgiebt. Das letztere Verhältniſs, das Vorhandensein von Bastgewebe an der Markseite des geschlossenen Holzcylinders, findet sich nur bei wenigen Dicotylen angedeutet: die Umhüllung der getrennten Holzbündel dagegen von einer Bastschicht findet sich bei den meisten Monocotylen wieder und erinnert durch die Färbung dieses Gewebes besonders an die Palmen.

Die Gewebe der Wurzel sind gleichfalls bei den Farnen und Palmen, wie bei allen übrigen Monocotylen gleichgebildet, und befinden sich in einer gleichen Anordnung. Ein Unterschied besteht jedoch darin, daſs den Farnen die Pfahlwurzel, die unmittelbare Verlängerung des Stammes fehlt und die später erscheinenden Wurzeln regelmäſsig gleichzeitig mit dem Blatte angelegt werden, während sie bei den Monocotylen erst nach der Entfaltung der Blätter aus dem Cambium des Holzcylinders unterhalb derselben entstehen.

Auch die Gewebe des Blattes sind im Allgemeinen bei diesen beiden groſsen Pflanzengruppen gleich gebildet und oft ähnlich geordnet, nur kommt bei den Farnen noch die oben beschriebene, eigenthümliche Umbildung gewisser Stellen der Oberhaut hinzu, die den Zutritt der Atmosphäre an das innere Gewebe des Blattes und des Stammes zu erleichtern bestimmt zu sein scheint. In der Entfaltung des Blattes und

in der gleichzeitig erfolgenden Verholzung der Gewebe findet sich darin ein Unterschied, dafs bei den Palmen und den übrigen Monocotylen die Entwickelung der Gewebe aus dem Cambium von dem unteren Theile des Blattes nach den oberen hin stattfindet: die Entfaltung, das Auswachsen der gebildeten Zellen, jedoch in umgekehrter Richtung geschieht, dagegen bei den Farnen der ersten Anlage ununterbrochen in derselben Richtung von Unten nach Oben die späteren Umbildungen der Zellen folgen.

IX.

Vergleichung des Baues der Monocotylen mit dem der Dicotylen.

Indem wir uns zu der grofsen Abtheilung der Dicotylen wenden, treten uns mehrere Familien entgegen, die man wegen ihres von der Mehrzahl der Dicotylen abweichenden Baues als eine Uebergangsform zu den Monocotylen betrachtete. Es sind dies besonders die Cycadeen, die Piperaceen, Amaranthaceen, Chenopodien und Nyctagineen, die daher bei der vorgesetzten Untersuchung vorzugsweise zu berücksichtigen sind.

Zweckmäfsig wird es sein, bei der Untersuchung dieser als Uebergänge erscheinenden Pflanzenformen von dem regelmäfsigen Baue der dicotylen Stammform auszugehen. Wenden wir uns zuerst zu diesem Zwecke zu den Coniferen einer Familie die nicht nur jene Bedingung erfüllt, sondern auch zu der Vergleichung der Cycadeen den Weg bahnt: so finden wir bei der Betrachtung des Querschnittes einer Blattknospe von *Podocarpus salicifolia* Kl. et Karst. hier ebenso wie bei den Monocotylen und Farnen das Parenchym des Markes und der Rinde durch eine Schicht cambialen Gewebes geschieden, an dessen innerer und äufserer Oberfläche eine Vermehrung des Parenchymes stattfindet, während in seiner Mitte einzelne senkrechte Zellenreihen zu Fasern sich vereinigen, die bald als echte Spiralfasern kenntlich sind, welche in bestimmten Abständen von einander entfernt stehen, den gleichzeitig an der Oberfläche der Stammspitze erscheinenden Blattanlagen entsprechend. So wie diese Blätter in einer Schraubenlinie sich aus dem Cambium-Kegel nach und nach hervorbilden, so beginnen in gleicher Reihenfolge die Anfänge der für sie bestimmten Spiralfasern in dem Cambium-Cylinder, eine der Blattstellung ähnliche Linie im Innern des Stammes beschreibend. Denkt man sich die stiellosen *Podocarpus* — Blätter mit gleichlangen Stielen versehen und ordnet nun die Blattflächen so um eine Mittellinie, wie es die lebende Pflanze zeigt, so hat man durch die gedachten Blattstiele die richtige Lage der Holzbündel des Stammes. Alle diese senkrechten Stammenden der Blattholzbündel stehen in einem bestimmten Abstande vom Mittelpunkte, einen Cylinder um das Mark bildend, sie verlaufen eine Strecke in dem Cambiumcylinder aufwärts und wenden sich dann, ohne die geringste Krümmung nach innen zu machen, zur Oberfläche in die Blätter, die sie als Mittelrippe durchziehen. Die Blätter sind in fast $\frac{3}{8}$ Spirale geordnet[1]), doch eben so wenig wie das neunte Blatt senkrecht über dem

[1]) Die ersten Blätter einer Seitenknospe nehmen noch nicht diese Stellung ein, sie stehen fast wechselweise, die untersten rechts und links, die folgenden unten und oben. Die Entwickelung dieser beiden letzten Blätter giebt

ersten steht, befindet sich auch die zu jenem gehende Spiralfaser senkrecht über dieser, sondern etwas zur Seite gerückt. Man darf sich daher das Verhältnifs der verschiedenen Spiralfasern nicht so denken, als sei die obere Spiralfaser, mit den übrigen Fasern und Zellen, die mit ihr ein Bündel bilden, eine Verlängerung der nächst unteren: es ist dies eine ebenso unrichtige Vorstellungsweise wie diejenige, dafs die zu den oberen Blättern gehenden Holzbündel aufserhalb der zu den unteren verlaufenden lägen und von diesen durchkreuzt würden.

Nach der völligen Umbildung des Cambiums in die, fast in ihrer ganzen Länge gleichartig zusammengesetzten Holzbündel, formen sich die im Stamme zwischen ihnen befindlichen, aus dem Cambium gebildeten Prosenchymzellen zu Holzfasern um, die zuerst entstandenen Holzbündel zu einem zusammenhängenden Cylinder vereinigend, der das Mark einschliefst und von der Rinde durch eine geringe Schicht von Cambiumzellen getrennt ist, die in der nächsten Wachsthumsperiode des Baumes zur Entstehung einer neuen Holzschicht Veranlassung geben, welche dann die senkrechten Enden jener in den Blättern endenden Bündel bedecken, und gänzlich von dem Rindengewebe entfernen. Vor diesen Holzbündeln entstehen in der Rinde wie in dem Blatte durch Erweiterung einzelner senkrechter Zellenreihen und Aufsaugung ihrer wagerecht sich berührenden Wände, Fasern (X. 5g.) die in der Rinde und in den parenchymreichen Theilen des Blattes, (X. 4) dadurch dafs die benachbarten Zellen an der absondernden Thätigkeit dieser Faser Theil nehmen, indem ihre Haut dann zu verschwinden scheint, die Eigenschaften eines Gefäfses bekommen, während in der Blattspitze (X. 3a.) und dem Blattstiele die Faserform sich nicht verändert. An der diesem Harzgefäfse und der mit Spaltöffnungen begabten Oberfläche zugewendeten Seite des Holzbündels verbleibt auch in seinem Blattende, ebenso wie in dem Stamme eine Cambiumschicht, deren fortdauernde Zellenbildung die Vermehrung des Holzgewebes ermöglicht: wodurch auch im Blatte bald eine bedeutende Holzschicht entsteht, die an ein ähnliches Verhältnifs bei gleichzeitiger Verlängerung des Blattstieles und Fiederblattbildung, bei manchen Meliaceen und Cedrelaceen erinnert. (Man vergl. meine Bemerkung über die *Guarea trichilioides* L. Bot. Zeit. 1846, 103).[1])

einen schönen Beleg für die Unhaltbarkeit der Ansicht, dafs die Lagerungsweise *(foliatio)* unbedingt abhängig sei von der durch die Stellung ausgesprochenen Bildungsfolge. In dem T. X. 6a. gegebenen Querschnitt einer Knospe sieht man innerhalb der äufseren Ränder der beiden rechts und links stehenden Blätter, der mütterlichen Blattachsel der Knospe zugewendet, das dritte Blatt schon von dem Gewebe seines Stammes getrennt, wenn noch das Folgende nicht gesondert ist. — In dem Querschnitt einer ausgewachsenen Knospe (Fig. 6b.) umfafst der äufsere Rand des rechts stehenden Blattes, der linkswendigen Spirale den entsprechenden Rand des gleichzeitig entstandenen, linksstehenden; dann folgt das unterhalb und links von Letzterem stehende, der Hauptaxe zugewendete und jetzt erst als viertes, das als das dritte aus dem Cambium gesonderte, der Achsel des Stammblattes zugewendete Blatt, welches innerhalb der beiden übereinandergreifenden Ränder der beiden unteren Blätter befindlich sowohl an der Abgabe von Stoffen aus der Atmosphäre wie an einer Aufnahme von solchen mehr verhindert ist, wie das später entstandene, doch theilweise freie gegenüberstehende Blatt.

[1]) Nicht immer ist das Blatt der Dicotylen so einfach gebaut wie das der Coniferen, meistens treten aus verschiedenen Stellen des Stammumkreises Holzbündel in das Blatt, nicht selten in dem Blattstiele dann einen geschlossenen Cylinder bildend, der dann oft, wie gerade bei den oben erwähnten Familien, ein bedeutendes Markparenchym einschliefst, während die nach Aufsen liegende Cambiumschicht zur Verdickung des Holzcylinders beiträgt. Regel ist es bei den Dicotylen, dafs das Cambium der Holzbündel des Blattstieles und der Blattfläche nach der mit Spaltöffnungen besetzten (unteren) Oberfläche hin gewendet ist, während es bei den Monocotylen in der Mittellinie der Holzbündel neben den der Atmosphäre geöffneten Holzfasern eingeschlossen wird und bei den Farnen die ganze Oberfläche des Holzgewebes bedeckt, das von dem überall der Atmosphäre durch die oben beschriebene Einrichtung leicht zugänglichen und fast gleichförmig entwickelten Parenchyme umgeben ist. Die Anordnung der Gewebe scheint der

In dem Holze des Stammes machte sich die Anzahl der Wachsthumsperioden durch Jahresringe bemerkbar. In dem Taf. X. 1 gezeichneten Querschnitte ist die vorletzte Holzschicht nur halb so dick wie die übrigen, dem entsprechend war auch die Länge der Zwischenknoten des vorletzten Triebes nur halb so grofs wie die der übrigen; die Gröfse der Zellen dieses Jahresringes war von denen der benachbarten nicht verschieden, ebenso die Verholzung derselben; die geringere Länge der Stengelglieder wie die entsprechende Dicke des Holzcylinders hatte also nur in einer verminderten Bildungsthätigkeits seinen Grund, über den ich leider weder Aufschlufs noch Andeutungen erhalten konnte, da die Blätter schon abgefallen waren. Das Holz besteht aus punktirt verdickten Fasern, die durch wagerechte Zellenreihen von Markstrahlen in radialer Richtung durchzogen werden. Vorzüglich an den diesen Markstrahlenzellen anliegenden Wandungen der Holzzellen finden sich ähnliche Porenbläschen, wie bei den übrigen Fichten (X. 2b.). Die Bedeutung dieser Bläschen, die bei *Pinus sylvestris*, wo sie noch häufiger vorkommen, zuweilen zwei bis vier noch kleinere Bläschen einschliefsen, ist hier vielleicht eine ähnliche, wie die der früher (p. 171. Taf. XI. 2, 3) beschriebenen in den Bastzellen eingeschlossenen, d. h. die einer in ihrer Entwickelung gehemmten Mutterzelle. Untersucht man nämlich die an die Rinde grenzende Cambiumschicht, die hier, wie überall das langsam wachsende Cambium, aus weiten, dünnwandigen Zellen besteht, die mehrere Zellkerne enthalten: so findet man, dafs die Entfaltung dieser endogenen Zellen und ihre Entwickelung zu Holzgewebe in einzelnen radialen Schichten im Umkreise des Stammes beginnt, und von hier nach beiden Seiten hin mit verlangsamter Wachsthumsthätigkeit vorschreitet; endlich, wenn sie an der markstrahlenartigen Zellenreihe zusammentreffen, scheint nur eine dieser endogenen Zellen sich auszudehnen, während durch sie die übrigen an die der Markstrahlenzelle zugewendete Zellwand gedrängt und zwischen beiden Häuten eingeschlossen werden. Dafs diese Zellen aufser der oben (p. 1 4) erwähnten, von dem Gesammtleben des Organismus unabhängigen, selbständigen Entwickelung auch in den späteren Lebensstufen desselben in eine regelmäfsige Fortbildung eingehen können, ist bei dem *Podocarpus* oder einer anderen Conifere noch nicht beobachtet: diese für die Kenntnifs des Zellenlebens so aufserordentlich wichtige Erscheinung zeigt sich in den Stämmen vieler Schlingpflanzen, deren Holzcylinder durch eine solche Veränderung der Thätigkeit der Zellen nicht nur auf die verschiedenste Weise durch Zellgewebe getrennt, sondern selbst durch die Entstehung von Rindengewebe aus diesem letzteren, in ein Bündel getrennter Stämme zerfällt. Taf. IX. 7 habe ich den Querschnitt eines älteren Stammes der *Banisteria nigrescens* Adr. Juss. gezeichnet, in welchem bei a die Trennung der Oberflächenauswüchse des mittleren Holzkörpers vorbereitet wird. — In den jüngsten, noch nicht verholzten Zweigen findet sich im Umkreise des Markes eine ähnliche Anordnung von Holzfaserbündeln, die sich in die Blätter verlängern, wie es von dem *Podocarpus* beschrieben ist; durch das später gebildete Holz, welches diese Bündel dann zu einem Cylinder vereinigt, tritt darin ein Unterschied hervor, dafs dasselbe hier dann aus Prosenchymzellen besteht, wie es bei den Dicotylen Regel ist, und sich durch die dem Stamme aller Schlingpflanzen eigenthümliche

Vertheilung der Nahrungswege zu entsprechen: die Art ihrer Entwickelung ist dagegen von der Beschaffenheit des Nahrungsstoffes abhängig. Erst die genauere Kenntnifs dieser beiden Bedingungen, wird uns eine etwas tiefere Einsicht in die Lebensverhältnisse des pflanzlichen Organismus verstatten

grofse Menge weiter Netzfasern auszeichnet. Entfernt man die Rinde von einem jungen Zweige, so ragen die in den Blättern endenden Holzbündel, eine sehr scharfe Kante bildend, über die Oberfläche des Holzcylinders hervor. Verfolgt man diese hervorragenden Holzbündel abwärts in die älteren Theile des Stammes, so findet man, dafs sie hier an dem Holzcylinder durch Rillen ersetzt werden, indem daselbst der zwischen den Faserbündeln befindliche Theil des Cambiumcylinders durch eine fortdauernde Bildung von Zellen und Holzgewebe eine stärkere Vermehrung der Holzschicht bewirkt. An noch älteren Theilen des jungen Stammes, deren Oberhaut schon abgefallen und durch Korkgewebe ersetzt ist, wenden sich die Markstrahlen des Holzes, welches die mit Rindenparenchym ausgefüllten Rillen begrenzt, seitwärts nach diesem Gewebe hin: wodurch es kommt, dafs die Markstrahlen in den sehr vergröfserten Auswüchsen des Holzcylinders, von deren Verbindungsstellen mit dem mittleren ungetrennten Theile aus, fächerförmig vertheilt sind.

In der Gegend dieser Verbindungsstellen beginnt nun die Neubildung von Zellen innerhalb des Holzgewebes, (man vergl. Fig. 8 und 9 und die dazu gegebene Beschreibung), deren Ergebnifs, wie schon erwähnt, nicht nur die Trennung der seitlichen Auswüchse des Holzcylinders von dem ältesten, mittleren Theile, sondern eine unregelmäfsige Zertheilung des sämmtlichen Holzgewebes ist, in deren Folge eine noch öfter wiederholte Trennung in mehrere Bündel eintritt.

Aehnliche Erscheinungen finden sich noch bei den Sapindaceen, Aristolochien, Asclepiadeen, Acanthaceen (hier im ausgezeichneten Grade bei der *Engelia* m.) und gewifs noch bei mehreren anderen Familien.

Wenden wir uns nun zu den Cycadeen, einer Familie, die von den Gründern der botanischen Systeme zu den Farnen, von späteren Forschern zu den Monocotylen und Dicotylen gestellt wurde, zum Theil, weil ihnen der Bau des Samens und des Stammes nicht bekannt war: so finden wir bei der Untersuchung des ersteren eine vollkommen dicotyle Bildung. Aus der einfachen, ungetheilten Anlage des Keimlinges der *Zamia muricata* Willd., die ich in ihrer Entwickelung zu betrachten Gelegenheit hatte, wachsen zwei völlig getrennte Samenlappen hervor, die während der Samenreife sich bedeutend vergröfsern, und an der Berührungsfläche ihrer oberen Enden mit einander verwachsen. Das Keimen dieser Samen weicht nicht von dem einer dicotylen Pflanze ab, was schon Petit Thouars erwähnt; das mit einer Mütze bedeckte Würzelchen verlängert sich abwärts und verdickt sich rübenförmig, während die Keimknospe aus der nicht verwachsenen Spalte der Samenlappen hervorwächst. An der Trennungstelle des Würzelchens und des oberirdischen Stammtheiles bildet sich ein höchst zierlicher, wagerechter Kreis von einer Anzahl Spiralfaserringe, von welchem die Fasern der Blätter und der Wurzel ihren Anfang nehmen, in dieser sowohl wie in dem Stamme das Gewebe in einen Mark- und Rindentheil trennend. Das erste, den Samenlappen folgende Blatt erhält zwei Fiederblättchen, jedem später folgenden, mit einer immer gröfser werdenden Anzahl von Fiederblättchen versehenen Blatte, gehen zwei unvollständige, schuppenartige Blätter voraus, die, ohne den verlängerten Blattstiel und die Fiederblättchen zu besitzen, in der Anordnung der Holzbündel keine Verschiedenheit von den vollständigen Blättern zeigen; nur die Verholzung dieser Gewebe ist in den schuppenförmigen Blättern geringer. Alle diese blattartigen Organe sind in eine Spirallinie um den Stamm geordnet, was wohl nicht

der von Link früher (diese Verhandlungen 1843) ausgesprochenen Ansicht günstig ist, daſs die Schuppen die Deckblätter der gefiederten Blätter seien, welche daher die Bedeutung von Aesten besäſsen. Die Knospen, die sich an jungen Pflanzen zuweilen zu Blattknospen, an erwachsenen regelmäſsig (?) zu Blüthenknospen ausbilden, entstehen von dem cambialen Holzcylinder auf gleiche Weise, wie ich es Taf. X. 6 von *Podocarpus salicifolia* gezeichnet habe.

Der Verlauf der Holzbündel zu den Blattorganen ist vollkommen der dicotylen Stammbildung entsprechend. Fast in dem ganzen Umkreise des Cambiumcylinders entstehen Spiralfasern als Grundlagen der für ein Blatt bestimmten Holzbündel; alle wenden sich, ohne die geringste Krümmung durch das Mark zu machen, sogleich nach Auſsen in die Rinde, wo die von dem Blattstiele entfernteren einen wagerechten Bogen beschreiben. Durch die ununterbrochen fortdauernde Bildungsthätigkeit der Zellen des Cambiumcylinders und die Umformung der gebildeten zu Fasern, wird hier eine ähnlich gebaute Holzschicht hervorgebracht, wie die Coniferen sie besitzen; nur in der Art der Verdickung finden sich Verschiedenheiten, die sich indessen nach Mohl's Ansicht, der genaue, vergleichende Untersuchungen darüber anstellte, auf eine Grundform zurückführen lassen. Gleichzeitig mit der Holzbildung findet bei der *Zamia muricata* an der äuſseren Seite des Cambiumcylinders eine Vermehrung des Rindengewebes statt, in welchem sich bei dieser Pflanze einzeln stehende Bastfasern befinden, die hin und wieder wagerechte Scheidewände besitzen und, ebenso wie in dem geringen Markgewebe, weite Gummigefäſse bilden: letztere sind verzweigt und sowohl die des Markes, wie die der Rinde verlängern sich in die Blätter.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich in dem Stamme von *Dion edule* Lindl. und *Cycas revoluta* Thunb., von denen ich einzelne jüngere lebende Pflanzen untersuchte, nur besitzen sie ein umfangreicheres Mark und die Bastbildung an der Rindenseite des Cambiums ist bei ihnen stärker, so daſs eine zusammenhängende Schicht dadurch hervorgebracht wird. Eigene Holzbündel, die Mohl im Marke alter Stämme von *Zamia* und *Cycas* fand, die mit dem inneren Cylinder in keiner Verbindung stehen und nach seiner Ansicht die Bildung des schon von anderen Beobachtern angegebenen zweiten, äuſseren Holzcylinders veranlassen, sah ich in den von mir untersuchten Pflanzen so wenig wie den, vielleicht daraus hervorgehenden Holzcylinder. In einem trockenen Stamme eines alten *Encephalartus caffer* Lehm. fand ich überdies die von Link, Mohl und früheren Beobachtern angegebenen Holzbündel des Markes, die vielleicht zum Theil Veranlassung gaben, daſs Richard und Decandolle die Cycadeen zu den Monocotylen stellten. Auf einem Querschnitte des *Encephalartus* macht allerdings die Vertheilung dieser einzeln im Marke befindlichen Holzbündel den Eindruck des monocotylen Baues, eine nähere Untersuchung ergiebt jedoch, daſs diese Bündel nicht von dem Holzcylinder (der Markscheide) ihren Anfang nehmen, daſs sie nicht den Bau der ursprünglich aus dem Cambium gebildeten, in die Blätter gehenden Bündel zeigen, da sie keine Spiralfasern besitzen, daſs sie ferner nur in die älteren Blattreste nicht in die jüngeren Blätter und Stammtheile sich verlängern: es erlauben daher diese Bündel durchaus keine Annährung der Cycadeen zu den Monocotylen mit deren Holzbündel sie nichts gemeinsam haben; nur eine mangelhafte Kenntniſs der Entwickelungsgeschichte konnte es möglich machen, daſs man diese Bündel, so wie die von dem cambialen Holzcylinder in die Blätter gehenden und die

später entstehenden Schichten des Holzcylinders, alle mit der unbestimmten Benennung „Gefäſsbündel“ bezeichnete. Mir drängt sich nach der Betrachtung meines todten, in den jüngeren Theilen des Markes leider nicht mehr der Untersuchung zugängigen *Encephalartus* die Vermuthung auf, daſs diese Holzbündel des Markes eine Umbildungsstufe der alten Gummigefäſse seien, entstanden in Folge einer auch bei anderen dicotylen Familien häufig eintretenden Zellenbildung in diesen Gefäſsen: hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Ernährung des Organismus, würden sie dann wohl mit dem im Marke der Asclepiadeen und Apocyneen vorkommenden Bastfasern zu vergleichen sein.

Der rein dicotyle Bau des Cycadeenstammes, hat hiernach nicht die geringste Aehnlichkeit mit dem des Palmenstammes oder der übrigen Monocotylen, und noch weniger mit dem des Farnstammes, dem er wegen der Form seiner Holzzellen und wegen der Knospenlage seiner Blätter verglichen wurde; die Aehnlichkeit in der letzteren ist überhaupt so geringe, daſs sie kaum diesen Vergleich rechtfertigt.

Ebenso wie die Cycadeen wurden auch die Piperaceen wegen des verkannten Samenbaues lange zu den Monocotylen gerechnet, denen sie auch noch jetzt hinsichts ihres Stammbaues zugezählt werden und von Unger, der sie am genauesten untersuchte (Bau des Dicotyl. 1840 p. 84), als aus einem centralen Theile mit einer *vegetatio terminalis* und einem peripherischen mit einer *vegetatio peripherico-terminalis* zusammengesetzt, beschrieben sind. Daſs diese beiden Wachsthumsweisen in der Art wie Unger es darstellt (a. a. O. und Endlicher und Unger Grundzüge etc. 1845) überhaupt nicht vorkommen, habe ich schon in dem Vorhergehenden gezeigt und werde es durch die Entwickelungsgeschichte des Piperaceenstammes noch einmal zu beweisen haben.

Die neugebildeten Stengelglieder der holzigen Piperaceen bestehen, wie die ganzen nicht verholzenden Stämme der Peperomien aus mehreren Kreisen von Holzbündeln (Taf. IX. 2), zu denen in den später verholzenden Stämmen noch ein Kreis von Prosenchymbündeln kommt (2b.), die aus Zellen bestehen, welche, so lange sie nicht verholzen, durch eine groſse Menge von Zwischenzellstoff (die veränderten Membranen der Mutterzellen) von einander getrennt sind, der später beim Wachsen derselben verschwindet (3 u. 4). Diese Bündel stehen der Oberhaut zunächst, in ihrer Nähe beginnt die Bildung von Lenticellen, die der Atmosphäre einen freien Zutritt zu dem Rindengewebe des Stammes vermitteln.

Die übrigen Holzbündel, von denen die äuſsersten in dem holzigen Stamme zu einem fast zusammenhängenden Cylinder vereinigt sind, der das Gewebe des Markes von der Rinde trennt (Fig. 2a.), bestehen aus Spiralfasern die durch Holzcambium von einander getrennt sind und aus Bastgewebe das an der Grenze des Parenchymes, besonders an der nach der Oberfläche und nach der Mittellinie gewendeten Seite, eine dickere Schicht bildet. Fig. 5 habe ich den Querschnitt einiger dieser Bündel von der *Artanthe flagellaris* Miq. gezeichnet. Das Bast- und Holzgewebe besitzt hier schon verdickte Wandungen; im Umkreise des letzteren, besonders an der nach der Oberfläche gewendeten Seite des Bündels befindet sich zwischen Beiden eine Cambiumschicht, die auch zwischen den verschiedenen Bündeln vorhanden ist; durch ihre Bildungsthätigkeit wird die Verdickung des Holzcylinders bewirkt. Fig. 6 stellte ich die jüngste Holzschicht eines älteren Stammes (Fig. 1) dar, aus dem Cambium b bil-

det sich neues Holzgewebe welches weite Netzfasern einschliefst, während das zwischen den Bündeln befindliche Cambium zur Entstehung des Markstrahlenparenchymes Veranlassung giebt. — Man legt der Natur eine zu grofse Beschränkung auf, wenn man nur den Holzbündeln die Fähigkeit zugesteht, durch die Thätigkeit ihres Cambiums ihr Gewebe zu vermehren: auch der zwischen den Holzbündeln befindliche Rest des Cambium-Cylinders verharrt in der Zellenbildung, in deren Folge hier die grofsen Markstrahlen entstehen, in anderen Fällen gleichfalls zum Theil oder auch, wie wir z. B. bei der *Banisteria* sahen, vorzüglich der Holzcylinder vermehrt wird.

Das Gewebe des Stammes ist nicht in seiner ganzen Länge gleichförmig gebildet, es finden sich vielmehr an den Abgangsstellen der Blätter ähnliche Krümmungen und Verzweigungen der Holzbündel, wie wir sie in den Knoten der Monocotylen kennen lernten. Der äufsere Kreis von Holzbündeln mit den in der Rinde befindlichen Bastschichten (2b.) setzen sich fast vollständig in das nächst höhere Blatt hinein fort, nur das Bastgewebe, welches die nach der Oberfläche gewendete Seite des Holzbündels bedeckt, verläuft ununterbrochen aufwärts, in dem nächst höheren Stengelgliede die Stelle der Rindenbastbündel einnehmend, und in der oben beschriebenen Weise thätig.

Die Zergliederung der jüngsten Knospe läfst uns erkennen, dafs sich dies Bastgewebe zuerst von der Oberfläche des Cambiumcylinders sondert, nachdem in der Mittellinie schon Markparenchym sich gebildet und die ersten Spiralfasern in dem jetzt mehr bündelweise getheilten Cylindermantel auftraten, und zwar entstehen diese Fasern zuerst in dem Theile des Cambiums der die Stelle des in das nächst untere Blatt eingetretenen Bündels zwischen Rinde und Mark einnimmt; dann erst zeigen sich die Spiralen welche in den inneren Theilen des Cambiums entstehen, das durch gleichzeitige Parenchymbildung in einem gewissen Abstande von diesen Spiralen in die Bündel des Markes und den äufseren, mehr zusammenhängenden Cylinder gesondert wird. Es findet daher hier das Entgegengesetzte von dem in den Palmen und den übrigen Monocotylen Beobachteten in der Entwickelungsfolge der Holzbündel statt, denn dort erhielten in der Gipfelknospe zuerst die der Mittellinie des Stammes näher tretenden Bündel Spiralfasern, deren untere Enden in den äufseren Theilen des Stammes befindlich waren: hier, bei der *Artanthe* und den übrigen Piperaceen, sind es die äufsersten Bündel des Stammumkreises in denen zuerst Spiralfasern auftreten und deren untere Enden, wie man sich durch Längenschnitte überzeugt, eben jene in dem Marke des nächst unteren Stammgliedes befindlichen Bündel sind. Durchschneidet man eine eben sich entwickelnde Gipfelknospe in der zwei noch cambiale Holzbündelkreise sich befinden, so erkennt man alle diese Verhältnisse an einem oder wenigen Abschnitten. Die mittleren Cambiumbündel wenden sich an der Trennungsstelle eines Blattes nach Aufsen, nehmen die Stelle der zwischen Mark und Rinde befindlichen, jetzt in das Blatt eintretenden Bündel ein, während gleichzeitig neben ihnen andere Spiralfasern erscheinen, die in senkrechter Richtung sich verlängernd den inneren Kreis in das nächst höhere Stengelglied fortsetzen. So durchläuft hier jedes Holzbündel zwei Stengelglieder, während in den Stammtheilen, wo sich drei oder vier Kreise von Bündeln befinden, diese auch eine entsprechende Anzahl von Stengelgliedern durchziehen werden. Es ist ein ganz ähnliches Verhältnifs, wie wir es bei den Farnen p. 165 und Lycopodien p. 163 Anmerk. kennen lernten. und erinnert an

den oberen Abschnitt des Holzbündels der *Tradescantia* p. 154 und der ähnlich gebauten Monocotylen, nur dafs bei letzteren der untere Abschnitt des Holzbündels wieder einen Bogen nach Aufsen macht, hier derselbe den inneren Kreis bildet. — Einigermafsen erinnert noch dieser Verlauf der Holzbündel der Piperaceen an den Bau des palmenartig scheinenden Stammes der Papayaceen, insofern auch bei diesen die unteren Abschnitte der in der Nähe der Mittellinie desselben beginnenden Holzbündel nicht in einen, sondern in mehrere concentrische Kreise geordnet (richtiger: nicht einen Cylinder, sondern mehrere ineinandergeschobene umgekehrte Kegel bilden) und in parenchymatischem Zellgewebe vertheilt sind; freilich giebt sich dies Gewebe nicht nur durch Zeit und Ort seiner Entstehung, was auch bei den Piperaceen der Fall ist, als zum Holzcylinder gehörend zu erkennen: sondern auch die ihm später eigene Form spricht für die, von dem gleichfalls vorhandenen Markparenchyme verschiedene Natur, es fehlt nur die Verholzung der Häute, um demselben die gewöhnliche Eigenschaft des Holzes zu geben. Auch bei diesen Papayaceen dauert nur in der äufsersten Schicht des Cambiumcylinders die Zellenbildung fort, in deren Folge, höchst eigenthümlich, vorzugsweise die Bastschicht der Rinde vermehrt wird, welche in alten Stämmen als ein fester verholzter Cylindermantel das parenchymartige Holzgewebe umgiebt, während bei den Piperaceen aus dem peripherischen Cambium eine regelmäfsige Holzbildung an der inneren Seite desselben erfolgt. Zwar bleibt bei ihnen auch das den inneren Holzbündelkreisen zunächst befindliche Cambium noch einige Zeit in Thätigkeit, doch habe ich nicht gesehen, dafs bei einer Piperacee dadurch eine so vollständige Vereinigung der verschiedenen Holzbündelkreise zu einem Holzcylinder hervorgebracht würde, wie es bei einigen Nyctagineen geschieht, die sich hinsichts der Vertheilung der Holzbündel z. B. in den verholzenden Stämmen der *Boerhavia* und *Pisonia,* wie auch der Amaranthaceen und Chenopodeen den Piperaceen ganz gleich verhalten. Diese Holzcylinder sind dann in mehrere, der Anzahl der Bündelkreise entsprechende Schichten durch geringes Cambium gesondert, eine Erscheinung die einigen Zuständen der Schlingpflanzen, die wir oben betrachteten ähnlich, jedoch wie die Entwickelungsgeschichte zeigt, von gänzlich verschiedener Bedeutung ist.

Der innerste Holzbündelkreis des Stammes der Piperaceen, Nyctagineen, Amaranthaceen etc. der in den ersten Stengelgliedern der jüngsten Pflanze in dem einzigen Cambiumcylinder liegt, und der sich in die Wurzel[1]) verlängert, wo er in Folge der Thätigkeit dieses Cambiums dem Holzcylinder unmittelbar angrenzt, welcher denselben Bau zeigt, wie die in dem oberirdischen Stamme die oberen Abschnitte der Holz-

[1]) Die einzeln im Rindengewebe des Stammes der verholzenden Piperaceen befindlichen Bastbündel, bilden in der Wurzel einen zusammenhängenden Cylindermantel als Aufsenrinde derselben. An der Wurzelspitze wird die Schicht cylinder- oder spindelförmiger Zellen von einem Gewebe polyedrischer Zellen der Wurzelmütze überzogen; die Zellen der Rindenoberhaut wachsen zu Haaren aus, nachdem die Wurzelmütze sich von ihnen gelöst hat. Das Mark besteht in der jungen Spitze aus Cambium, später aus polyedrischen Zellen mit Stärke gefüllt und punktirt verdickt. Das Vorkommen des Markgewebes, das Link überall leugnet, Schleiden überall behauptet, ist häufig bei den Dicotylen wie bei den übrigen Abtheilungen nur durch ein geringes Cambiumgewebe angedeutet, in anderen Fällen als unzweifelhaftes Parenchym vorhanden: oft fand ich an derselben Pflanze in verschiedenen Wurzeln beide Formen, deren Erscheinen wohl nur von der Gesammtthätigkeit aller Gewebe der Wurzel abhängig ist, wie ich dies schon für die Palmen durch die Beschreibung der *Iriartea* gezeigt habe.

bündel vereinigende Holzschicht: — ist also der Markscheide (*corona* Hill) gleichzustellen, die wir oben als die regelmäſsige Grundlage des Holzcylinders auch bei den Monocotylen und Farnen wiederfanden und daher kurz als Holzcylinder bezeichneten. Bei mehreren Farnen (p. 165) lernten wir eine Anordnung der Holzbündel in dem Stamme kennen, die nur wegen der Beständigkeit der einmal ausgebildeten Gewebe und wegen der Eigenthümlichkeit in der Knospenbildung einfacher blieb und leichter zu übersehen war, sonst die gröſste Aehnlichkeit mit der ursprünglichen Anordnung der cambialen Holzcylinder des Piperaceenstammes etc. zeigte: in diesen dicotylen Stämmen hat man die unteren Abschnitte der verschiedenen, mehrere Stengelglieder durchziehenden, in den Blättern endigenden Cylinder von Holzbündeln von dem die oberen Abschnitte aller dieser Holzbündel vereinigenden Cylinder der Holzschicht anatomisch und physiologisch zu unterscheiden, die sowohl die Wurzel wie die ganze Länge des oberirdischen Stammes ununterbrochen in Mark und Rinde trennt.

Die Verwechselung anatomischer und physiologischer Erscheinungen in den Lebensverhältnissen der Pflanze, der Mangel einer genaueren Kenntniſs der Entwickelung und Anordnung der verschiedenen Gewebe und deren daraus zu erschlieſsende Bedeutung für den Organismus, der Fehlgriff alle verholzten Zellen- und Faser-Gruppen, unter der gemeinschaftlichen Benennung „Gefäſsbündel“ für gleichwerthig zu halten: sind die Ursache, daſs man seit Desfontaines's Arbeiten in so groſse Irrthümer bei der anatomischen Betrachtung und Eintheilung der Pflanzenwelt verfiel, die natürlich über die Thätigkeit der Organe derselben nur Miſsverständnisse verbreiten konnte, besonders da man seit Dutrochet ein dem Gestaltungsprocesse unmittelbar entgegengesetztes Verhalten der Materie, die Diffusion, zu ihrer Erklärung benutzte.

Daſs Unger nicht nur eine *vegetatio peripherico-terminalis* in dem Stamme der Piperaceen findet, indem er diese Irrthümer nicht vermied, sondern auſserdem noch, höchst wunderbar, eine *vegetatio terminalis* einzelnen Theilen desselben zuschreibt (a. a. O. p. 84) ist um so merkwürdiger, da er es noch kurz vorher p. 82, indem er den Piperaceen wie allen übrigen Gewächsen ein unbegrenztes Wachsthum abspricht, für eine Täuschung ausgiebt, „daſs hier in Folge des Wachsthumes eine fortwährende Ausbildung neuer Internodien stattfinde; indem das, was häufig als unmittelbare Fortsetzung des Stammes erscheint, nichts als ein Ast ist.“ — Da diese Ansicht Ungers schon von mehreren Schriftstellern angenommen wurde, ist es wohl nothwendig, derselben hier meine Beobachtungen entgegenzustellen. Das Wachsthum des Piperaceenstammes geht von einem Blatte zum andern in länger unterbrochenen Zeitabschnitten vor sich, indem der Entfaltung eines Blattes die langsame Entwickelung des nächst höheren Stengelgliedes und Blattes folgt, während sich neben der im Wachsthume sehr gehemmten Gipfelknospe gleichzeitig mehrere Seitenknospen bilden, deren Entwickelung derjenigen der Gipfelknospe anfangs bedeutend vorauseilt, die daher während des Entwickelungszustandes des Blattes von jenen überragt, und leicht übersehen wird. In dem gipfelständigen Blattgrunde des blüthentragenden Stammes der Artanthe z. B. finden sich auſser der aus einer Blattanlage bestehenden ganz unentwickelten Gipfelknospe zwei Seitenknospen, in die sich der äuſsere Cam-

biumcylinder des Stammes und das Markgewebe desselben (ähnlich den Knospen des Podocarpus (T. X. 6) zugleich mit cambialen Holzbündeln hineinverlängern, deren eine in der Blattachsel befindliche, zur Blattknospe und deren andere ihr gegenüberstehende zur Blüthenknospe sich ausbildet; doch wird jene regelmäfsig in der Entwickelung gehemmt, wenn diese in derselben nicht unterdrückt ist. — Aus dem untersten Blattwinkel der achselständigen Blattknospe tritt fast gleichzeitig mit dieser eine vierte Knospe, eine Seitenknospe zweiten Grades auf, die gleichfalls regelmäfsig nicht zur Entwickelung kommt, so lange die Gipfelknospe des Stammes fortwächst.

Es gehören also die Piperaceen in die Reihe der Gewächse, deren Vegetationsorgane in ununterbrochener Folge sich entwickeln, wie wir es bei den Palmen und Farnen sahen. Ein Blatt nach dem andern bildet sich aus der durch innere Zellenbildung fortwachsenden Gipfelknospe des Stammes hervor, und steht mit diesem in dem innigsten Verbande, in der unmittelbarsten Wechselwirkung, durch Elementarorgane, die in einer bestimmten der Blattanlage entsprechenden Aufeinanderfolge in dem Cambiumcylinder des Stammes, dem Marke zunächst, entstehen und in der Blattspitze enden. Alle Gewebe des sich entwickelnden Stammes scheinen in Bezug auf die Blattbildung thätig zu sein, alle mit denen des Blattes in Verbindung zu stehen, mit Ausschlufs des innersten Markcylinders, der allein zur Verlängerung der Gipfelknospe, einer Vereinigung von unentwickelten Blattanlagen, in der er endet, zu dienen scheint, wefshalb Casp. Fried. Wolff in seiner berühmten *theoria generationis* §. 73 sagen konnte: „*Truncus est continuatio petiolorum omnium junctorum. Oritur elongatione simplici exeos medullaris*“ etc. Wenn wir nun auch in Folge einer genaueren Kenntnifs der Entwickelungsgeschichte des Stammes und der Aeste aus dem Keimlinge und der Knospe und in Rücksicht auf die selbständige Fortbildung des später verholzenden Stammes nicht geneigt sein werden, unbedingt die beiden zu sehr vernachlässigten Aussprüche dieses grofsen Mannes zu wiederholen: so lehren uns doch die Entwickelungserscheinungen des Blattes und Stammes, wie befriedigend die Vorstellung dieses einfachen Bildes ist, und lassen uns ahnen, wie folgenreich es für die Erkennung der Ernährungsvorgänge des pflanzlichen Organismus werden kann. Wir können diese, der Anlage nach unbegrenzt fortwachsenden Stämme als die vollkommneren Bildungen einer Formenreihe des Pflanzenreiches betrachten, deren einfachere Entwickelungsstufen wir in den Gruppen der wurzellosen Pflanzen *(plantae cellulares)* ausgeführt sehen und dieser Entwickelungsreihe eine andere zur Seite stellen, die, erst in den später unseren Planeten belebenden Schöpfungen auftretend, an jedem Einzelwesen eine Stufenfolge von Blattentwickelungen zeigt die C. F. Wolff in seinem unsterblichen Werke (a. a. O. §. 104, 106, 114 etc.) schon als die Wirkung veränderter Ernährungsverhältnisse ansieht, welche das Leben jedes Stammes gesetzmäfsig abschliefst, indem Organe auftreten, die nicht zu seiner Ernährung beitragen, sondern dieErzeugung neuer Keime zur Erhaltung der Art bewirken. Den einfachsten Ausdruck einer solchen Blumenpflanze, deren Vorbild Göthes dichterische Darstellung mehr allgemein anschaulich machte, wie es Wollfs gelehrte Untersuchungen vermochten, finden wir in der Abtheilung der Gewächse die eine Pfahlwurzel nicht nur regelmäfsig entwickeln, sondern auch meistens während des ganzen Lebens behalten,

diese geben uns in ihren vollkommneren Organisationen das reinste Bild eines durch seine innere Entwickelung in sich abgeschlossenen pflanzlichen Organismus.

Sicher ist dies Verhältnifs der Wurzel zum oberirdischen Stamme von dem gröfsten Einflusse auf die Entwickelung des letzteren. In der Abtheilung der Monocotylen, wo die an dem sich entwickelnden Keimlinge vorhandene Pfahlwurzel gesetzmäfsig von sehr kurzer Dauer ist, und durch Wurzeln ersetzt wird, die aus den jüngeren Stammtheilen sich hervorbilden, ist eine Entwickelungsweise des Stammes Regel die bei den eine Pfahlwurzel entbehrenden Pflanzen Gesetz wird, und an die Wachsthumsweise der gänzlich wurzellosen Gewächse erinnert. Unter günstigen, äufseren Verhältnissen führen uns die Organismen dieser Abtheilung durch die ununterbrochen wiederholte Entwickelung von Vegetationsorganen ein lebendiges Bild der Unsterblichkeit des Einzelwesens vor.

Beide Reihen, mit Ausschlufs der einfachsten Formen jener wurzellosen Gewächse (der Zellenkryptogamen*) kommen darin überein, dafs in einem bestimmten Abstande von der Mittellinie der Stammachse (wohl nie in dieser Linie selbst) gleichzeitig entstehenden Erhebungen der Oberfläche der Stammspitzen entsprechend, Fasern durch Vereinigung einfacher Zellenreihen gebildet werden die sich in diese Oberflächenausbreitungen des Stammes, die Blätter, hinein fortsetzen und in ihnen enden und zwar wie aus den mitgetheilten Untersuchungen hervorgeht, indem sie bei den Monocotylen sich anfangs der Mittellinie nähern, bei den übrigen Faserpflanzen nur nach Oben und Aufsen eine Krümmung beschreiben.

Aufser dieser verschiedenen Anordnung des Faser- und Zell-Gewebes findet eine Verschiedenheit hinsichts des Ortes der Entstehung der in eine Blattanlage sich hinein verlängernden Faserbündel zwischen Dicotylen und Monocotylen so wenig statt, wie sie nach unseren früheren Untersuchungen p. 174 bei den Farnen eine von diesen beiden Gruppen abweichende, eigenthümliche ist.

Die Annahme einer *vegetatio peripherico-terminalis* im Sinne Ungers und seiner Nachfolger ist eine Folge der Unbekanntschaft mit dem Entwickelungsgange der verschiedenartigen Gewebe des Pflanzenkörpers und zunächst begründet in der Verwechselung der verholzten Faserbündel und Zellenschichten, die zu dem Holzcylinder in der Regel vereinigt sind.

Nicht in Bezug auf den Ort des ersten Auftretens der Faserbündel findet ein Unterschied in den von Mohl und Unger aufgestellten Vegetationsgruppen des Pflanzenreiches statt, sondern in der späteren Ausbildung der Gewebe, die mit der abweichenden Bildung und Thätigkeit der Gewebe des Blattes und der Wurzel so wie mit der Wechselwirkung dieser Organe und der des Rinden- und Mark-Gewebes zusammenhängt.

Nur eine gewissenhafte, gründliche Erforschung der Entwickelungserscheinungen eines jeden Gewebes des pflanzlichen Organismus, gegründet auf die genaueste Kenntnifs der Lebensthätigkeit ihres Grundbestandtheiles der Zelle, wird das

*) Auch bei denjenigen Zellenkryptogamen, welche mit einem umfangreicheren Stamme versehen sind, den Laubmoosen und vielen Fucaceen findet sich zwar der das Rinden- und Markgewebe trennende Holzcylinder durch ein eigenthümlich geformtes aber nicht verholztes Zellgewebe getrennt, jedoch keine wirklichen Fasern.

richtige Verhältnifs der Ernährungs- und Wachsthumsweise der Gewächse aus den verschiedenen Entwickelungsstufen des Pflanzenreiches und die Bedeutung ihrer Organe kennen lehren: sie nur wird uns auf die einfachen Gesetze führen, die der Schöpfer dem sich gestaltenden Stoffe unterlegte, durch ihre Vermittelung wird sich uns die jetzt unübersehbare Mannigfaltigkeit der organischen Formen als eine einfache Folge des Zusammenwirkens weniger Grundbedingungen zu erkennen geben und uns diese zahllosen Gestalten als die nothwendigen, eng verbundenen, einem Entwickelungsgesetze entsprechenden Glieder eines harmonischen Ganzen übersehen lassen.

Eine Kritik dieser Arbeit ist mir nicht bekannt geworden. Besprochen wurden einzelne Abschnitte von H. v. Mohl (Bot. Zeitung 1858 pag. 193) und Mettenius (Abhandlungen der Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften 1860 pag. 611).

Erklärung der Kupfertafeln.

Taf. IV.

Fig. 1 bis 5 die *Iriartea praemorsa* Klotzsch.

Fig. 1. Eine ausgewachsene, halbreife Frucht in doppelter Gröſse der Länge nach durchschnitten. *A.* Anheftungspunkt derselben an dem Blumenstiel; *B.* Abschnitt des Kelches; *C.* der Blumenkrone; *D.* die Griffel; *E.* der Samennabel; *a.* die Fruchtschaale; *b.* Samenschaale; *c.* Gewebe des Kernes; *d.* das in dem Keimsacke gebildete Eiweiſs in der Vermehrung des Gewebes begriffen; *e.* der Rest der Höhle des Keimsackes; *f.* die Anlage des Keimlinges, dessen oberes verdicktes Ende schon innerhalb des Eiweiſses befindlich, während das untere auf diesem Längenschnitte bis in die Fruchtschaale zu verfolgen ist. *d'* Das Gewebe des Eiweiſses *d* 250 mal vergröſsert; die jüngeren Zellen sind in den älteren immer zu zweien vorhanden. *f'* Ein Theil des Gewebes des Keimlinges 250 mal vergröſsert.

Fig. 2. Eine fast reife Frucht in natürlicher Gröſse. Das Eiweiſsgewebe *d* füllt den Keimsack gänzlich aus, die Wandungen der Eiweiſszellen sind punktirt verdickt mit Ausnahme derjenigen die den Keimling zunächst umgeben *d'*; hier besitzen sie feine, durchsichtige Häute und enthalten in einer klaren Flüssigkeit einen scharfgerandeten; dunklen Zellkern. *d''* Das Eiweiſsgewebe *d'* 250 mal vergröſsert. *d'''* Ein Theil des Eiweiſses aus der Grenze von *d* und *d'* nach der Färbung mit Jod in 250facher Vergröſserung gezeichnet. Unmittelbar an die stark punktirt verdickten Zellen des hornigen Eiweiſses grenzt ein zartwandiges Gewebe, das innerhalb sehr feiner Tochterzellen, sehr zarte durchsichtige Bläschen enthält, die zum Theil erst nach der Berührung des Jodes deutlich hervortreten. *f'* Ein Längenschnitt des aus dem Eiweiſse herausgenommenen Keimlinges der noch nicht ausgewachsen, an der Spitze *y* des Samenlappens in bedeutender Zellenvermehrung begriffen ist. Spiralfasern oder Andeutungen davon sind noch nicht vorhanden. Die ersten Blattanlagen sind ungewöhnlich stark entwickelt.

Fig. 3. Ein reifer trockner Same der Länge nach durchnitten. *f.* Der Keimling; *f'* derselbe vergröſsert, man sieht die Anlage der Spiralfasern die in einem cambialen Holzgewebe befindlich, sich von *z* nach der Spitze *y* des Samenlappens und in die entgegengesetzte Spitze (das Würzelchen) verlängern. An der innern Seite des Cambium-Cylinders an der Grenze des Würzelchens und Samenlappens (*z*) nehmen die Spiralen, die sich in die Blattanlagen verlängern, ihren Anfang; *f''* derselbe Keimling genau in der Mittellinie durchschnitten, wodurch ein dünnwandiges groſszelliges Gewebe *v* in gröſserer Ausdehnung sichtbar wird, daſs sich vor der Wurzelspitze befindet.

Fig. 4. Ein keimender Same. *β.* Die Pfahlwurzel aus der Scheide *x* der unteren Verlängerung des Samenlappens hervorbrechend, die das junge Pflänzchen umhüllt; *b.* der Keimling durchschnitten; *α.* der Samenlappen dessen Holzbündel mit denen der jungen Pflanze in Verbindung stehen und sich unmittelbar in das Würzelchen, die Pfahlwurzel *β* verlängern. Man sieht wie die in den Stamm und in die Blätter der jungen Pflanze sich vertheilenden Holzbündel in der Gegend *z* beginnen. *d'* Einige Eiweiſszellen aus der Nähe des sich vergröſsernden Samenlappens. Die Tochterzelle ist von der verdickten, jetzt zum Theil resorbirten Wandung der Mutterzelle entfernt. Die in ihr befindliche dritte Zelle (der Zellkern) etwas vergröſsert und mit einer trüben Flüssigkeit angefüllt.

Fig. 5. Eine junge noch mit dem Samen zusammenhängende Pflanze, der Länge nach durchschnitten. Das Eiweiſs *d* ist fast gänzlich durch den Samenlappen *x* verdrängt.

Fig. 6. Ein junges Pflänzchen der *Klopstockia cerifera* Karst. *x* der hier etwas verlängerte Stiel des Samenlappens. *x'* Der Querschnitt von *x* in doppelter Gröſse.

Taf. V. (pag. 136.)

Fig. 1. *a* und *b*. Die jüngste Blattanlage der *Chamaedorea gracilis* Willd. die Spitze des Stammes umgebend von verschiedenen Seiten gesehen. Die eine Seite dieser ringförmigen Blattanlage ist mehr wie die übrigen vergröſsert und läſst an der rinnigvertieften Oberfläche die Andeutungen der Blattfiedern erkennen.

Fig. 2. Eine ähnliche Blattanlage der *Iriartea praemorsa* Kl. *a* die Stammspitze.

Fig. 3. Die folgende ältere Blattanlage sowohl die Stammspitze wie das nächst jüngere Blatt bedeckend, dessen Spitze (*a*) dort hervorsieht, wo man an dem jüngeren Blatte die Stammspitze erkennen konnte, es ist die Oeffnung der Blattscheide die durch Verlängerung des ursprünglichen ringförmigen Wulstes entstand. An den Rändern des kegelförmigen Blattstieles (*b*) bemerkt man die ersten Andeutungen der Blattfiedern als kleine warzige Erhebungen.

Fig. 4. Das nächst ältere Blatt, dessen Ränder mit den warzigen Hervorragungen sich so weit vergröſsert haben, daſs die obere Fläche des Blattstieles *b* durch sie ganz überwachsen und bedeckt ist; in doppelter Gröſse. Die Oeffnung der Blattscheide erscheint als schmale Querspalte *c*.

Fig. 5. Das nächst ältere Blatt in natürlicher Gröſse. Noch deutlicher wie in der vorigen Figur treten hier die von gröſseren stärker verholzten Zellen gebildeten Gewebe des später abfallenden, leicht zerbrechlichen Blattrandes und der Blattspitze hervor; *x*. ein Theil der Blattfiedern, mit den Blatträndern noch zusammenhängend, etwas vergröſsert gezeichnet.

Fig. 6. Querschnitt eines Theiles der Anlage einer Blattstielbasis der *Klopstockia* nahe der Trennung von dem Stamme in natürlicher Gröſse. In dem mittleren cambialen Holzbündel (*a*) des das innere Parenchym des Blattstieles umgebenden Kreises, welches aus dem inneren Marke des Stammes kommend, den Blattstiel der Länge nach bis in die abfallende Spitze durchzieht, zuerst erscheint eine Spiralfaser, dann in den beiden benachbarten Bündeln desselben Kreises und in den diesen folgenden. Erst später treten auch in den übrigen, mehr nach auſsen befindlichen Bündeln *b*. Spiralen auf.

Fig. 7. Eine Blattstielspitze der *Oenocarpus utilis* Kl. nachdem der Blattrand abgeworfen von oben gesehen. Das Gewebe von 8 Holzbündeln ist zu einem einzigen vereinigt, das ringsum von Parenchym umgeben ist. Das Bastgewebe ist an der oberen Seite des Bündels zu einer Schicht (*a*) vereiniget; die Fasern und Gefäſse sind der eindringenden Luft geöffnet.

Fig. 8. Querschnitt eines Holzbündels aus dem unteren in der Knospe eingeschlossenen Theile des Blattstieles eines Blattes der *Oenocarpus utilis* kurz vor der Entfaltung; die Spiralfaser (*a*) und die vor derselben stehenden Treppenfasern besitzen schon verdickte Wandungen. Die weiten Gummifaser (*b*) sind, Gefäſsen ähnlich, von einer Zellenschicht umgeben, die einen weniger klaren Saft enthalten wie die übrigen Bast- und Holzzellen, die den gröſsten Theil des Bündels ausmachen. Das Cambium ist auf zwei Gruppen (*c*) beschränkt, die kleine Bündel bildend, in dem äuſsersn nach der Oberfläche gerichteten Theile des Holzbündels sich befinden. Das Zellgewebe des Blattstieles enthält Stärke.

Fig. 9. Ein ähnlicher Querschnitt aus dem oberen Theils desselben Blattstieles. Das Zellgewebe enthält hier keine Stärke mehr; das Holz- und Bast-Gewebe hat verdickte Wandungen bekommen. Die beiden Cambiumbündel (*c*) enthalten jetzt einen klaren durchsichtigen Zellsaft. Die Häute der Zellenschicht, die die Gummifasern *b* zunächst umgiebt, sind verholzt und nach der Ausdehnung der Fasern zusammenliegend, wodurch jene von einer einfach verdickten Haut gebildet zu sein scheinen. Auſser durch die Entwickelungsgeschichte erkennt man indessen an den netzförmigen Verdickungsschichten der scheinbar einfachen Scheidewand die Entstehung derselben aus einem Zellgewebe.

Fig. 10. Querschnitt einer Blattfieder der *Klopstockia* aus der Knospe. Die äuſserste Zellenschicht der unteren Blattoberfläche bildet Haare, die sich bei der Entfaltung des Blattes von der eigentlichen Oberhaut trennen und am längsten dort mit derselben zusammenhängt, wo sie die Holzbündel bedeckt. Spaltöffnungen sind zu dieser Zeit noch nicht vorhanden. Zunächst unterhalb der Oberhaut befindet sich eine Schicht cambialer Zellen, denen des Holzbündels ähnlich, das Holzgewebe enthält wenig Stärke. Die Gummifasern zeigen sich als erweiterte Zellenreihen.

Fig. 11. Ein ähnlicher Querschnitt von einem älteren schon entfalteten Blatte. Das Cambium unterhalb der Oberhaut ist in Bastzellen verändert, ausgenommen an der Stelle, wo die Haare länger mit der Oberhaut zusammenhingen, und wo nach dem Abfallen derselben bei *a* Spaltöffnungen sich bildeten. Das Zellgewebe enthält Chlorophyll. Die Holzbündel sind vollkommen ausgebildet.

Taf. VI. (pag. 118.)

Fig. 1. Der Längenschnitt einer jüngeren Pflanze der *Iriartea praemorsa* Kl.; bei *a* bilden sich in dem Rindengewebe die Blattanlagen einer Knospe, deren Holzcylinder von demjenigen des Stammes beginnt und in die hinein Holzbündel sich verlängern, die von der innern Seite des letzteren sich trennten und das Mark des

Stammes durchkreuzten. Bei *b* sieht man eine junge Wurzel noch in der amylumfreien Rinde des Stammes. Das Gewebe der Wurzelmütze ist in den äufseren Zellenschichten die zunächst an die Rinde des Stammes grenzen mit einem gummiartigen Schleime angefüllt (durch Jod braun, durch Eisensalze grünlich braun gefärbt, durch neutrales- und drittelessigsaures Bleioxyd gefällt). Die inneren Zellenschichten der Wurzelmütze enthalten Stärke, die der Wandung der Tochterzelle anklebt. Ebenso ist das Markgewebe des Stammes mit Stärke angefüllt und nach dieser Seite hin liegt auch die Stärke in den Zellen der Wurzelmütze, so wie auch die Richtung der parallelen Zellenreihen der Mittellinie dieser letzteren nach eben dieser Seite hin gewendet, und die Bildung der Gewebe der Wurzelfaser hierher etwas vermehrt ist. Es deuten alle Erscheinungen im Bau der jungen Wurzel darauf hin, dafs von der Seite des Markes her die Ernährung der Gewebe stattfand, und vielleicht aus diesem Grunde wächst die Wurzel eine lange Strecke im Rindengewebe abwärts, neben dem Holzkörper hin und tritt erst dort hervor, wo die Rinde sehr dünn wird.

Fig. 2. Ein Querschnitt der ersten durch Verlängerung des Keimlinges entstandenen Wurzel, der Pfahlwurzel, der *Iriartea praemorsa* 180 mal vergröfsert; *h.* die äufserste, das Rindengewebe begrenzenden Schicht verholzter Zellen; *m.* die mittleren: beide spindelförmig, mit verdickten Wandungen; *c.* der Rest des Cambiums von derselben Form wie das benachbarte Gewebe doch dünnwandig, es ist durch radiale Reihen von Holzfasern mit punktirten oder leiterartig-verdickten Wandungen in einzelne Bündel getheilt. In der Rinde befinden sich erweiterte, verticale Zellenreihen *g* die hier noch nicht zu Fasern vereinigt sind. In den verholzten Faserzellen *b* waren zum Theil Raphiden; die Querscheidewände dieser Zellenreihen der künftigen Bastfasern waren nicht verdickt, doch auch jetzt noch nicht resorbirt.

Fig. 3. Ein Querschnitt einer sehr dicken Wurzel des Stammes derselben Pflanzenart nicht vergröfsert. Die Holzbündel *f* bilden auf diesem Schnitte einen Stern mit zweitheiligen Strahlen. Im Marke befinden sich Gummifasern *g* von Bastzellen umgeben.

Fig. 4. Längenschnitt der Spitze einer anderen ähnlichen Wurzel, die noch nicht die Erdoberfläche erreicht hatte. *a.* Das Cambium das sich nach Aufsen in das Gewebe der Wurzelmütze nach Innen in die verschiedenen Gewebe (der Oberhaut *o* der Rinde, des Holzes *c* und des Markes) verändert.

Fig. 4*a.* und Fig. 4*b.* Die jüngsten Zustände einer Gummifaser des Markes.

Fig. 4*c.* Ein Theil des Längenschnittes Fig. 4. aus der Gegend *x* 180 mal vergröfsert; *y.* die Zellen der Wurzelmütze zum Theil von ihrem Inhalte entleert und sich abtrennend; *o.* die Zellen der Oberhaut; *b.* die mit Raphiden angefüllten senkrechten Zellenreihen der Rinde, die sich später in Bastfasern umändern.

Fig. 4*d.* Die Oberhautzellen des älteren Theiles einer Wurzel, im Längenschnitte 180 mal vergröfsert. Die Wandungen derselben, besonders die äufseren freien Oberflächen sind verdickt.

Fig. 4*e.* Dieselben Zellen von oben gesehen.

Fig. 5. Ein Theil des Querschnittes eines beim Keimen ausgewachsenen Samenlappenstieles der *Phoenix dactylifera.* Die Holzbündel bilden in demselben einen nicht geschlossenen Cylinder; in dem Parenchyme befinden sich viele grofse Luftlücken die eine Luftart enthalten, die durch Ammoniaklösung nicht absorbirt wird, während die Zellenhöhle später Kohlensäure enthält.

Taf. VII.

Colocasia esculenta Schott.

Fig. 1. Ein Längenschnitt des knollenförmig verdickten unterirdischen Stammes. Der Holzcylinder *a* trennt das Parenchym in einen bedeutenden Marktheil und einen geringeren Rindentheil. In dem ersteren durchkreuzen sich mannigfach die von dem Holzcylinder getrennten, für die Blätter bestimmten Holzbündel.

Fig. 2. Ein Querschnitt desselben Theiles. An einzelnen Stellen des Holzcylinders *a* zeigen sich Erhebungen desselben nach der Oberfläche zu, die Andeutungen von Knospen oder Wurzeln.

Fig. 3. Ein Theil dieses Querschnittes mit dem Holzcylinder *a* 250 mal vergröfsert. Die Zellen des Markes und der Rinde enthalten Stärke. Die mittlere Schicht des Holzcylinders besteht aus punktirt-verdickten Zellen, die von dem Mark und der Rinde durch Cambiumzellen getrennt sind; ein Bündel derselben, eine Spiralfaser umgebend, trennt sich von dem Cylinder in das Mark hinein.

Fig. 4. Ein Längenschnitt des Holzcylinders in der Richtung der Tangente. Man sieht wie die Anfänge der Holzbündel netzartig in demselben versheilt sind.

Fig. 5. Ein Längenschnitt der Spitze eines jungen noch in der Basis des älteren eingeschlossenen Blattes. Die Fasern des Holzbündels der Mittelrippe von Cambium umgeben, enden in dem Stärke enthaltenden Blattparenchym. Auch die Zellen der Epidermis, die bis zur Spitze Spaltöffnungen besitzen, sind zu dieser Zeit mit Stärke angefüllt.

Fig. 6. Ein Längenschnitt der Anlage einer Wurzel (Querschnitt eines Stammes) an der äufseren Seite des Holzcylinders durch Vermehrung der Cambiumzellen desselben entstanden. Die Spitze *b* des Cambiumkegels *a* ist in Parenchym verändert, zwischen beiden befindet sich das in der Zellenvermehrung begriffene Cam-

bium *c* aus dem die verschiedenen Gewebe für den Holzcylinder *a*, die Wurzelmütze *b*, die Rinde der Wurzel, die eine Fortsetzung der Rinde des Stammes bildet und deren Epidermis *d* hervorgehen. Das Rindengewebe des Stammes wird vor der Wurzelmütze verflüssigt und von dieser aufgesogen.

Fig. 7. Ein ähnlicher Längenschnitt einer etwas älteren Wurzelanlage. In dem Holzcylinder treten schon Spiralfasern auf, die von dem Cambium des Holzcylinders des Stammes ihren Anfang nehmen und sich sowohl über diesen ausbreiten, wie besonders in die junge Wurzel sich verlängern.

Fig. 8. Die äufsersten Zellschichten der Wurzelmütze einer noch innerhalb der Rinde des Stammes befindlichen Wurzel. Das Gewebe der Wurzelmütze *b* enthält eine trübe, durch Jod gelb gefärbt werdende Flüssigkeit in der sich Bläschen und Zellkerne befinden. Das Rindengewebe des Stammes enthält etwas Stärke und Chlorophyll; einzelne Zellen grofse Krystalldrusen. In der Nähe der Wurzelmütze verlieren sich jene Absonderungstoffe, nur eine körnige trübe Flüssigkeit ist in den Zellen enthalten, welche gleichfalls in der unmittelbaren Nähe der Zellen der Wurzelmütze aufgesogen wird, während auch die Häute der Zellen selbst, theilweise zerstört zusammenfallen und allmählig aufgelöst werden. Nur die Krystalle *k* widerstehen länger dieser auflösenden Wirkung, man findet meistens eine gröfsere Anzahl derselben aufserhalb dsr hervorwachsenden Wurzelmütze.

Taf. VIII.

Fig. 1. Ein Längenschnitt der unterirdischen Stammes der Maranta *bicolor Arrab.* mit einem Theile des Schaftes und der diesen umhüllenden Blätter. — Sehr deutlich sieht man bei dieser Pflanze, dafs der in dem Wurzelstocke befindliche Holzcylinder, von dem die Holzbündel ihren Anfang nehmen, sich nicht in den Schaft hinein verlängert, sondern an der Grenze desselben endet, nur die Holzbündel setzen sich in jenen fort, in dem Marke desselben zerstreut stehend, ohne einen geschlossenen Cylinder zu bilden.

Fig. 2. Ein Querschnitt desselben Wurzelstockes. Alle Wurzelfasern nehmen von dem Holzcylinder *a* ihren Anfang.

Fig. 3. Ein Theil dieses Querschnittes mit dem Holzcylinder *a* 250mal vergröfsert. Diejenigen Zellen (*α*) dieses letzteren, die an das Rindengewebe grenzen, besitzen punktirt verdickte Wandungen. Die von seiner Markseite ausgehenden, anfangs wagerecht verlaufenden Holzbündel sind in dem Marke so gestellt, dafs die Spiralen und Treppen-Fasern der Oberfläche, das Bastgewebe der Mittellinie des Stammes zugewendet sind. Beim Austritt der Holzbündel aus dem Marke und ihrem Verlaufe in den Rindengeweben ist ihre Stellung umgekehrt, hier steht das Holzgewebe nach der Mitte, der Bast nach der Oberfläche des Stammes gewendet.

Fig. 4. Ein Längenschnitt desselben Wurzelstockes in der Richtung seines Durchmessers. Die wagerecht im Marke verlaufenden Anfänge der Holzbündel *x* sind hier quer durchschnitten.

Fig. 5. Ein Theil der Spitze einer Blattanlage des *Anthurium tovarense* Kl. et Karst., bei *e* wird sie plötzlich schmäler und endigt in einen fadenartigen Anhang, dessen längstes Ende hier abgebrochen war.

Fig. 6. Die Stelle *e* derselben Blattspitze im Längenschnitt (man vergl. p. 157) 250mal vergröfsert.

Taf. IX.

Fig. 1—6. *Artanthe flagellaris* Miquel.

Fig. 1. Querschnitt des Stammes in natürlicher Gröfse.

Fig. 2. Querschnitt des jüngsten Gliedes eines Astes 10mal vergröfsert. Der äufserste Holzbündelkreis (*a*) trennt die Rinde mit den Bastbündeln *b* von dem Marke, in dem noch mehrere Holzbündelkreise sich befinden.

Fig. 3. Ein Theil des Querschnittes eines Bastbündels der Rinde (Fig. 2*b*.) 180mal vergröfsert. Es besteht in diesen jungen Theilen aus Cylinderzellen, dessen Zwischenzellgänge bedeutend erweitert und mit einem gallertartigen Stoffe angefüllt sind: sie selbst enthalten eine schleimige Flüssigkeit, in der wenige Bläschen schwimmen, die durch Jod gelb gefärbt werden. — Diese Zwischenzellsubstanz erhält sich sehr lange, später verschwindet sie, während die Zellen sich ausdehnen und deren Inhalt körnig wird, auch sogenannte Zellkerne sich vorfinden, endlich verdickt sich die Haut der Tochterzelle fast zum Verschwinden der Höhlung.

Fig. 4. Querschnitt eines ähnlichen Bastbündels aus dem alten Stamme, wo die Verholzung der Membran der Tochterzelle in einem Theil des Bündels vor sich gegangen ist, während in dem darangrenzenden die Zellen noch dünnwandig sind, doch die Zwischenzellsubstanz schon fast gänzlich verschwunden ist.

Fig. 5. Einige der Fig. 2a. den äufsersten Holzcylinder bildenden Bündel, sie sind von verschiedener Gröfse, das zwischen ihnen befindliche Cambium giebt den Anfang der Markstrahlen. Eine oder wenige Spiralfasern *a* befinden sich an der Markseite des Bündels, vor ihnen viele weite Treppen- und Netz-Fasern durch spindelförmig verholzte Zellen getrennt. Nach Aufsen grenzt dies Gewebe an eine Cambiumschicht *c* bestehend aus dünnwandigen Cylinderzellen, die mit einer schleimigen Körnchen, Bläschen und Zellchen enthaltenden Flüssigkeit angefüllt sind. An der Rinden- und Mark-Seite des Bündels befindet sich eine Schicht von Bastzellen.

Fig. 6. Querschnitt des jüngsten Theiles des Holzcylinders eines zwei Zoll dicken Stammes. Das Holz besteht aus spindelförmigen, punktirt-verdickten Zellen *h*, zwischen denen weite Netzfasern zerstreut stehen. Dies Holzgewebe wird radial durchsetzt von Markstrahlen, deren parallelepipedische Zellen (*m*) etwas verdickt sind und Stärke enthalten. Das Cambium *b* geht nach Aufsen in die Bastzellen, nach Innen in das Holzgewebe über.

Fig. 7—9. *Banisteria nigrescens* Adr. Juss.

Fig. 7. Querschnitt eines älteren Stammes in natürlicher Gröfse. *a*. Der später entstandene Cambium-Cylinder, der die jüngeren Holzschichten von dem innersten Kerne trennt. Erstere werden durch eine fortschreitende Umbildung des Holzgewebes später in einzelne Bündel gelöst und von dem Stamme getrennt, worauf sie von Rindengewebe umgeben als marklose, Aeste und Wurzeln treibende, selbständige Stämme weiter wachsen.

Fig. 8. Ein Längenschnitt aus der Gegend *a* des Stammes Fig. 7, wo in den Holzzellen eine erneuerte Zellenbildung eingetreten ist; *m*. Markstrahlenzellen; *b*. Holzzellen; *b'*. ähnliche Holzzellen angefüllt mit senkrechten Reihen von Zellen, deren Häute mit denen der Mutterzellen verwachsen, oder durch festen Zwischenzellstoff verbunden schienen. Diese Zellen enthalten einen einzigen, ihre Höhlung fast ausfüllenden festen Kern von weifser Farbe und gallertartigem Ansehen, durch Jod wird er nicht gefärbt, durch längere Berührung mit Wasser zum Theil aufgelöst, mit Hinterlassung mehrerer ebenso gefärbter Körper von der Form gewöhnlicher Zellkerne. — *c*. Die neu entstandene Zellenschicht; einzelne dieser Zellen sind mit einer trüben, Bläschen enthaltenden Flüssigkeit angefüllt, andere mit einem klaren durchsichtigen Safte, in welchem ein Zellkern schwimmt.

Fig. 9. Eine Netzfaser mit dem benachbarten Holzgewebe im Querschnitte aus der Gegend der erneuerten Zellenbildung 250mal vergröfsert. Die weite Faser besitzt noch die verdickte Haut, ist aber mit endogenen Zellen angefüllt. Die zunächst stehenden Holzzellen besitzen gleichfalls noch die innere verdickte Haut, sie enthalten kleine Zellen (Zellkerne) die mit Krystallen von kohlensaurem Kalke überzogen waren und so das Ansehn von Krystalldrusen erhalten hatten. Die etwas weiter entfernten Zellen *a* sind dünnwandig, enthalten Bläschen und eine körnige Flüssigkeit.

Taf. X.

Podocarpus salicifolia Kl. et Karst.

Fig. 1. Querschnitt eines zwei Linien dicken Astes der aus fünf älteren blattlosen und dem jüngsten, gipfelständigen noch beblätterten Triebe bestand. Der innerste Holzring ist nicht zusammenhängend; er besteht aus den ersten in die Blätter gehenden Holzbündeln. Das diese Bündel trennende Parenchym befindet sich oberhalb der Abgangsstelle der nächst unteren Blätter. In der Rinde befinden sich Harzgefäfse, nicht im Marke.

Fig. 2. Querschnitt des Holzes 250mal vergröfsert. Es besteht aus verdickten Fasern, die durch radiale Reihen (nicht Schichten) von Markstrahlenzellen *a* in radiale Schichten unregelmäfsig abgetheilt sind. Diese Markstrahlenzellen sind dünnwandig, cylinderförmig mit der langen Axe wagerecht, sie enthalten anfangs Stärkebläschen dann eine körnige Flüssigkeit, deren Brechnungsvermögen das Erkennen der Zellhaut sehr schwierig macht. Die Holzzellen lassen drei in einandergeschachtelte Zellen erkennen, von denen die zweite, mittlere verdickt ist; dort wo diese Holzzellen an die Markstrahlen grenzen ist die Verdickung durch Porenkanäle unterbrochen, die durch Bläschen hervorgebracht werden, die der Haut der Tochterzellen an dieser Stelle anhängen; in der Zelle *b* ist durch den Schnitt die verdickte Haut von den beiden andern an dieser Stelle getrennt, ähnlich in *c* von der äufseren; in der Zelle *d* befinden sich, was ich sehr selten fand, zwei tertiäre Zellen nebeneinander. — Die Zellen der jüngeren Holzringe werden durch verdünnte Schwefelsäure roth gefärbt, es ist hier die verdickte mittlere Haut, die diese Färbung erleidet; die beiden andern Häute werden nicht gefärbt, ebensowenig das ältere Holz.

Fig. 3. Querschnitt einer Blattspitze 180mal vergröfsert. Die Mittelrippe wird durch ein Holzbündel gebildet, dessen Fasern sich aus dem an der unteren Seite befindlichen Cambium vermehren und durch Reihen weiter dünnwandiger Zellen, ähnlich wie das Holz des Stammes, in radiale Schichten gesondert sind. Der Harzbehälter *a* an der unteren Blattseite hat an dieser Stelle des Blattes die Form einer Faser, die von einer Schicht enger Zellen umgeben ist, ähnlich verhält es sich im Blattstiele. In der äufsersten Spitze ist kein Unterschied in den Zellen zu bemerken, nur enthalten die in der Verlängerung dieser Faser liegenden eine andere Flüssigkeit wie die benachbarten Zellen.

Fig. 4. Ein Querschnitt der Blattmitte, wo an der unteren Seite des Holzbündels ein weites Harzgefäfs sich befindet, das mit einer wäfsrigen Flüssigkeit angefüllt ist, in der grofse Tropfen eines hellen gelblichen Balsames und oft sehr schöne, grofse, quadrat-octaëdrische Krystalle (Oxalsäure?) schwimmen. Die zunächst dies Gefäfs umgebenden, dasselbe bildenden Zellen, sind immer mit einem eigenthümlichen harzig-schleimigen Stoffe

angefüllt, oft ragen sie haarförmig in die Gefäſshöhle hinein, die ursprünglich vorhandene Faser ist nicht mehr zu erkennen.

Im Umkreise des Holzbündels bildet sich das Blattparenchym zu punktirt-verdickten Zellen um.

Fig. 5. Querschnitt der Gipfelknospe eines Zweiges mehreremal vergröſsert, Das Gewebe derselben wird durch den Cambium-Cylinder *c* in Mark und Rinde gesondert. In dem Marke dauert noch längere Zeit eine Zellenbildung fort, man findet die Zellen hier von sehr ungleicher Gröſse und Färbung. Von dem Cambiumcylinder sondern sich die Gewebe des Markes und der Rinde; an seiner inneren Seite erscheinen darauf in unregelmäſsigen Abständen des Umkreises und in verschiedener Höhe Spiralfasern *f* vor denen sich dann in dem Rindengewebe Harzfasern *g* bilden, die später in Gefäſse umgeändert werden.

Fig. 5*g'*. Eine ebengebildete Harzfaser in dem jüngsten Rindengewebe. noch nicht in ein Gefäſs umgeändert.

Fig. 6. Längenschnitt einer Gipfelknospe in der aus einem Blattwinkel eine secundäre Axe entspringt, bei auffallendem Lichte gezeichnet, wodurch das in der Spitze die äuſserste Schicht bildende Cambium undurchsichtig und dunkler erscheint, wie das übrige schon weiter ausgebildete Gewebe. — In die Knospe verlängert sich von der einen Seite dieses cambialen Kegelmantels eine ähnlich geformte Cambiumschicht in der eine ähnliche Zellgewebebildung vor sich geht, wie in der Gipfelknospe, und früh die ersten Spiralen auftreten. Die Stellung der Blätter der secundären Axe ist dieselbe wie die der primären, eine linkswendige Spirale bei der letzteren in der $\frac{3}{8}$ Stellung bei der Nebenaxe wenigstens der jüngeren in $\frac{2}{5}$ Stellung.

Fig. 6*a*. Ein Querschnitt der Knospe um die Bildungsfolge die Blätter zu zeigen. p. 175. Anmerk.

Fig. 6*b*. Querschnitt einer ausgebildeten Knospe aus dem man die Knospenanlage der Blätter erkennen kann.

Taf. XI.

Gewebe des Stammes der *Cyathea aurea* Kl.

Fig. 1. Ein Längenschnitt des cambialen Holzcylinders *b* mit den benachbarten Geweben aus der Stammspitze. Die zuerst auftretenden abrollbaren Spiralen, die sich in die Blätter verlängern sind schon vorhanden, das übrige Holzgewebe noch nicht angelegt, es findet sich statt dessen ein Gemisch von langen und runden Zellen die wieder gröſsere und kleinere Bläschen und Zellen enthalten. Die künftigen Bastzellen *c* besitzen noch runde Enden, sie sind dünnwandig und enthalten längliche Zellkerne. Am weitesten vorgeschritten ist das auſserhalb der Bastschicht befindliche Parenchym *a*, es enthält jedoch noch keine Stärke, sondern in einer farblosen Flüssigkeit ein sehr deutliches Bläschen ohne festen Inhalt und einige ähnliche mit einem körnigen Stoffe gefüllt. Fig. 1*a*. Dieselben stärker vergröſsert mit einer der groſsen Gummi oder Schleim enthaltenten Zellen, die oft in senkrechten Reihen übereinanderstehen und mit kleinen Zellen angefüllt sind, deren bräunlich gelbe Farbe durch Jod etwas dunkel durch Eisensalze in das grünlich Schwarze verändert wird; *x*. die diese Zellen auskleidende Haut der sekundären Zelle. — Das zwischen der Holz- und Bastschicht befindliche Parenchym *a'* ist immer etwas weiter in dem Wachsthume zurück wie das eben beschriebene.

Fig. 1*b*. Einige Zellformen aus der Schicht *b* Fig. 1. etwas unterhalb des in dieser Fig. dargestellten Gewebes genommen *x x* fertige Treppenfasern *y y* einige daneben liegende Zellen, deren Wand fein genetzt ist; zwei andere noch jüngere in der Mutterzelle eingeschlossene Zellen, in denen die Tochterzelle mit den Bläschen die sie umschlieſst von der äuſseren Zellhaut getrennt ist, (vielleicht durch Einwirkung des Wassers).

Fig. 2. Querschnitt desselben Holzcylinders an der Stelle des Stammes, wo eben die Blätter abgefallen sind.

Fig. 3. Derselbe Theil im Längenschnitt. Das Parenchym *a* und *a'* ist mit Stärke angefüllt, ebenso enthalten die verdickten und gelbgefärbten Bastzellen *c* Stärke. Die das Parenchym begrenzenden Bastzellen, mit senkrechten Reihen kugeliger Zellen angefüllt, sind besonders dunkel, da die Häute beider verholzt sind; *d d*. Cambium-Schichten.

Fig. 2*b*. Ein Querschnitt der Treppenfasern stärker vergröſsert. Die ununterbrochen verdickten Ecken scheinen heller wie die gestreift verholzten Flächen der sich berührenden Wandungen.

Fig. 2*c*. Der Querschnitt einiger Bastfasern.

Taf. XII.

Fig. 1. Querschnitt des Stammes der *Alsophila pruinata* Kaulf. unterhalb der Trennungsstelle eines Blattes. Die innere zusammenhängende Bastschicht steht an dieser Stelle *x* mit der Oberhaut des Stammes und der Blattstieloberseite in Verbindung.

Fig. 2. Ein anderer Querschnitt desselben Stammes; *b*. und *c*. die Reste von Blattstielen, deren Blätter schon abgefallen waren. Das Zellgewebe war verwest und so dunkel gefärbt, daſs ich die Holzschichten kaum unterscheiden konnte. — *a*. Die Gegend des Holzcylinders unterhalb des Blattstielgrundes von wo regelmäſsig eine Knospe abgeht. Diese Knospe wuchs an dem untersuchten 3' hohen aufrechten Stamme wurzelähnlich abwärts ohne Blätter zu treiben, bevor sie den Boden erreichte.

Fig. 3 u. 4. Die dem in Fig. 2 dargestellten Theile entsprechenden Abschnitte desselben Stammes aus einiger Entfernung unterhalb jenes. Die Knospe *a* besitzt einen geschlossenen Holzcylinder; an der Berührungsstelle des Stammes ist sie mit diesem verwachsen. In Fig. 4 ist sie ganz frei, viele Wurzeln trennen sich von dem Stamme, besonders in der Gegend der sich nicht entwickelnden Blattanlagen.

Fig. 5. u. 6. Querschnitt des Stammes der *Dicksonia Lindeni* Hook. in welchem sich drei concentrische Holzbündel befinden, von dem äufsersten trennt sich für das Blatt ein Abschnitt, während gleichzeitig von dem nächst inneren sich ein Theil nach Aufsen hin abzweigt, die dadurch entstandene Lücke auszufüllen. Ebenso gehen von dem innersten Cylinder Theile an den zweiten. Die geringe Bastschicht die hier den Holzcylinder unmittelbar umgiebt, ist von dem braungefärbten Parenchyme des Markes und der Rinde durch eine weifsgefärbte Schicht desselben Gewebes getrennt.

Fig. 7. Querschnitt des Stammes der *Alsophila senilis* Kl.

Fig. 8. u. 9. Durchschnittene Stammstücke mit den Ueberresten der Holzbündel nach dem Abfallen der Blätter von unten gesehen. Die Rinde ist bis auf die Bastschicht abgeschält; man sieht wie die Bündel *a*, die in der Mitte des Blattstieles befindlich sind, aus dem Marke stammen.

Fig. 10. Querschnitt des Stammes der *Danaea alata* Sm. siehe p. 165.

Fig. 11. Querschnitt des Blattstielgrundes; ein einzelnes Holzbündel steht in der Mitte eines Kreises.

Etwas höher sind zwei concentrische Kreise vorhanden. Fig. 12. Der innere ist durch Verästelung der äufseren entstanden. Fig. 13. Aus dem höheren Theile des Blattstieles unterhalb der ersten Blattfiedern.

Fig. 14. Der untere Theil eines Stecklinges des *Lycopodium Springii* Kl. et Karst. Der Stamm dieser Pflanze wird von einem centralen, marklosen Holzcylinder (siehe p. 163 Anmerk.) und mehreren im Umkreise dieses befindlichen einzeln stehenden Holzbündeln durchzogen. Man sieht in dieser Zeichnung, wie sich eines dieser einzelnen Bündel nach dem Durchschneiden des Stammes, unmittelbar in eine Wurzel verlängert hat.

Fig. 15. Ein Längenschnitt durch diesen Stamm und zwar durch das in die Wurzel ausgewachsene Holzbündel; *x*. ein Theil der Schnittfläche; (Fig. 14. *x*.) die Gewebe des Holzbündels, die Holzfasern sowohl wie das Cambium- und Bastgewebe setzen sich so ununterbrochen in die Wurzel fort, dafs keine Grenze zu entdecken ist, an der Oberfläche des Bastes hat sich Parenchym gebildet das in einiger Entfernung von dieser Stelle immer mehr zunimmt und zum Rindengewebe der Wurzel wird. Einzelne Zellen der Oberhaut dehnen sich zu Haaren aus.

Fig. 16. Ein Längenschnitt derselben Wurzelspitze derselben Pflanze, die Entwickelung der verschiedenen Gewebe aus dem Cambium innerhalb der Wurzelmütze darlegend. Die Haare der Oberhaut entstehen durch die später eintretende Verlängerung abwechselnder Zellen derselben, indem anfangs nur einzelne der Wurzellänge gleichlaufend, in die Länge wachsen: andere zwischen diesen befindliche im Wachsthume gehemmt werden, das erst später in der Fig. 17 dargestellten Weise, mit der Ausdehnung der Mutterzelle beginnt.

Die Urzeugung.

Bot. Zeitung 1848. p. 457.

Eine primitive Heranbildung aus unorganischen Stoffen ist durch die neuesten Forschungen aus dem Bereiche wissenschaftlicher Beurtheilung in das Bereich der Hypothesen oder Speculation übergegangen, weil die mit aller Schärfe angewandten, unserer Zeit zu Gebote stehenden Untersuchungsmittel sie nirgends wirklich erreichen konnten.

Ehrenberg (Bericht üb. die Verhandlungen d. Acad. d. Wissensch. Berlin 1837. S. 153).

In dem Entwickelungsgange der menschlichen Erkenntnifs liegt es jede Wahrheit von allen Seiten auf die Spur eines Irrthumes zu durchforschen, zu jedem Irrthume auf allen möglichen Wegen zurückzukehren, bevor man völlig von seinem Wesen überzeugt, denselben der Geschichte übergiebt. Daher konnte auch jener Ausspruch unseres grofsen Meisters des Mikroskopes, der Begründung auf die sorgfältigsten Beobachtungen ungeachtet, sich nicht sofort allgemeine Anerkennung verschaffen; es waren noch manche Zweifel zu beseitigen, manche Möglichkeiten als unwahr zurückzuweisen.

Für das Reich der thierischen Organismen konnten gegen die umfassenden Arbeiten Ehrenberg's kaum Versuche von Einwendungen gemacht werden, die einfachsten organischen Bildungen des Pflanzenreichs dagegen schienen noch das Vorkommen einer ursprünglichen Erzeugung aus unorganischen Stoffen bethätigen zu können, wenn auch schon Ehrenberg die Entwickelung der niedrigsten Pflanzenformen der Pilze aus Fortpflanzungszellen, deren Bildung er verfolgte, nachgewiesen hatte.

Zur Bestätigung des von Ehrenberg gewonnenen Ergebnisses konnten die im folgenden Jahre von Schleiden veröffentlichten Beobachtungen über die endogene Entstehung der Zelle, dieses einfachsten Bestandtheiles der organischen Schöpfung dienen; die jedoch durch den irrthümlich aufgefafsten Verlauf der Entwickelung Veranlassung wurden, den Organismus selbst als ein Produkt physikalischer Kräfte aufzufassen, wie man bisher bemüht war die Thätigkeit seiner Organe als ein solches zu erkennen. Schleiden selbst unternahm es später durch Beobachtungen die Entstehung von Zellen aus einem unorganisirten Körper, aus einer Flüssigkeit nachzuweisen; unabhängig von irgend einer organisirten Grundlage sollten als Folge chemischer Wirkungen, aus Pflanzensäften und thierischem Eiweifse, Zellen, dem sogenannten Hefepilze ähnlich, entstehen. Liefse sich diese Thatsache erweisen so wäre freilich die Naturkenntnifs um einen Schritt vorgerückt, der uns zu der Erwartung berechtigte auch diejenigen Bedingungen kennen zu lernen, die zu der Hervorbringung

eines Gewebes und zu der Gestaltung eines Organismus in seinen mannigfachen Formen aus den chemischen Produkten unorganischen Stoffes erforderlich sind; eine genauere Prüfung der bezüglichen Beobachtungen weifst dieselben jedoch alle als unzulänglich zurück und beweist das Ungegründete solcher voreiligen Hoffnungen.

Schleiden beobachtete in dem filtrirten Safte von Früchten das Auftreten von Hefezellen und schlofs daraus auf die Bildungsweise derselben; die Wiederholung dieses Versuches veranlafst mich jedoch an der Richtigkeit des so erlangten Ergebnisses zu zweifeln: selbst nach dreimaligem Filtriren von frisch geprefstem Wein- oder Stachelbeersaft durch doppelte Lagen schwedischen Filtrirpapiers, das vorher mit destillirtem Wasser genäfst war, enthielt das Filtrat, in dem Augenblicke des Durchtropfens auf den Objectträger gebracht und mit einer wäfsrigen Jodlösung vermischt, kleine wasserhelle Bläschen von circa 0,‴001 Gröfse, die innerhalb der Zellen des Fruchtfleisches gebildet, dort in grofser Anzahl vorhanden sind. Die grofse Durchsichtigkeit dieser Bläschen ist wahrscheinlich die Ursache, dafs sie von den früheren Beobachtern übersehen wurden; man erkennt sie jedoch leicht nach dem Vermischen des filtrirten Saftes mit Jodwasser, wodurch die Haut etwas körnig wird (wahrscheinlich indem sie zusammenschrumpft), während sich der ungefärbte Inhalt gegen die gelbe Jodlösung als helle Tropfen auszeichnet. Diese Bläschen, von denen nur die kleinsten kaum mefsbaren einfach erscheinen, lassen in andern einen Inhalt von feinen Körnchen und zarten Bläschen erkennen. Häufig ist von Letzteren eins bedeutend vor allen übrigen ausgedehnt, füllt die Höhlung des Mutterbläschens fast ganz aus und drängt dann den übrigen Inhalt von Körnern und Bläschen mit dem Rest der jetzt weniger durchsichtigen Nahrungsflüssigkeit gegen die eine Seite der Mutterzelle (des Mutterbläschens), wodurch dieser Stoff die Form der jüngsten Mondsichel erhält. In ihm liegen die kleinen Bläschen, die jetzt, wenn sie mit einer durchsichtigen Flüssigkeit erfüllt sind, wie Löcher oder Höhlungen in einer Haut oder in einem gallertartigen Stoffe erscheinen, wenn sie dagegen mit einem dichteren Inhalte wie der sie umhüllende Stoff versehen sind, sich wie feste Körner darstellen. Hartig zeichnete in: „Das Leben der Pflanzenzelle etc. 1844“ ähnliche Bildungen aus dem Fruchtfleische des Solanum und glaubt sie entständen durch die Spaltung der anfangs einfach vorhandenen Zellhaut (Ptychodenhaut). — In dem Fruchtfleische der grünen Wein-, Stachelbeeren etc. sind jene kleinen, körnerartig aussehenden Bläschen grün gefärbt, dem Chlorophyll ähnlich; sie sind scharf umschrieben und der Inhalt immer gleichförmig und heller wie der Rand und bilden, da sie gewöhnlich in einer Reihe nebeneinanderliegen, die scheinbar abgeschnürten Formen, die Mettenius „Beitrag zur Kenntnifs der Rhizocarpeen 1846. S. 51“ beschreibt und Taf. II. Fig. 44a.b.c. abbildet.

Diese gröfseren, mit endogenen Bildungen angefüllten Bläschen gehen sehr selten durch das Filtrum, meistens nur die kleineren, wasserhellen, ohne festen Inhalt, und je öfter der Saft filtrirt wird, desto schwieriger wird es, solche zu entdecken und desto langsamer geht die Gährung desselben vor sich. Diejenigen, denen eine Urzeugung wahrscheinlicher ist, die ein Gerinnen des Faserstoffes der Flüssigkeit, oder ähnliche Vorgänge voraussetzen und diese vertheidigen, könnten diesem Versuche entgegnen, dafs in dem Augenblicke des Durchseihens der Flüssigkeit diese Gerinnung vor sich gehe, dafs daher mit der Wiederholung des Durchseihens auch

die Bildung der Bläschen vermindert werde; ihnen würde dann immer noch der Beweis dieser Zellenbildung aus einer vorher gleichförmigen Flüssigkeit auferlegt bleiben und sie würden es wahrscheinlich vorziehen zuzugeben, dafs auf diesem Wege die Frage nicht zu erledigen sei.

Indessen werde ich diesen Einwand nicht abwarten, sondern weiter unten zeigen, dafs selbst in kohlensaurem und Wasserstoffgase ohne die Einwirkung des Sauerstoffgases diese Zellen sich finden und durch innere Bildung sich vermehren, fordere überdies jeden, der an diesem Gegenstande Theil nimmt, auf, durch unmittelbare Untersuchung des Fruchtfleisches und durch Vergleichung der darin enthaltenen Bläschen mit den in der filtrirten Flüssigkeit enthaltenen Zellenformen sich von der grofsen Aehnlichkeit beider Körper zu überzeugen und durch die Beobachtung der Umbildungen dieser Bläschen, sowohl während des Gährens in der ausgeprefsten Flüssigkeit, wie auch der in den Mutterzellen des Fruchtfleisches befindlichen auf dem Objecttische des Mikroskopes, von der gleichen Natur beider sich zu vergewissern.

Beobachtet man jene grünlich gefärbten Bläschen des geprefsten Traubensaftes zwischen zwei Glasplatten, indem man die verdunstende Flüssigkeit durch neuen Fruchtsaft oder durch Wasser (das ich mit einer geringen Menge kohlensauren Ammoniaks vermischte) ersetzt, längere Zeit unter dem Mikroskope, so sieht man, wie sich die grünliche Farbe des Inhaltes in eine gelbliche umändert und die Undurchsichtigkeit immer mehr abnimmt, während das runde oder inzwischen länglich gewordene Körperchen 1 oder 2 helle Flecke bekommt und seine Zellennatur immer deutlicher hervortreten läfst. Diese hellen Stellen gewinnen immer mehr an Umfang und vergröfsern sich endlich bis zu dem immer deutlicher als Hülle sich darstellenden dunklen Rande; waren zwei helle Flecke entstanden und vergröfsern sich beide gleichmäfsig, so bilden sich solche Formen die den Zellen die durch die durch eine Scheidewand in zwei Abtheilungen getrennt sind ähnlich erscheinen. Zuweilen wird der trübe, grünliche Inhalt des Mutterbläschens hierbei nicht aufgesogen, sondern nur verringert, und lagert sich als undurchsichtiger Zwischenstoff zwischen die Häute des Mutterbläschens (der Mutterzelle) und der endogenen Bildungen. Bleibt dieser Zustand und erhebt sich dann später die Mutterzelle von diesem undurchsichtigen Stoffe (Schleime? s. d.), so ist dies eine Erscheinung, die gewifs häufig zu der Angabe Veranlassung gegeben hat, es habe sich von einer Schleimkugel die Oberfläche in der Form einer Membran abgehoben.

An dem verschmälerten Ende einzelner dieser so umgeformten Bläschen zeigt sich bald eine kleine Erhebung des Randes, die fortwährend gröfser wird und sich zu einem kleinen kugligen Auswuchse, der durch einen schmäleren oder breiteren Steg mit dem Mutterbläschen zusammenhängt, ausbildet. Meistens sind diese kleinen hervorsprossenden Auswüchse, sobald sie Kugelform angenommen haben, so wenig mit dem Mutterbläschen zusammenhängend, dafs es schwer wird, zu entscheiden, ob es nur ein aufsen anhängendes oder ein verwachsenes Körperchen ist, oft aber ist auch ein breiterer Steg das Bindeglied beider und zuweilen ist die Grenze dieses hervorsprossenden Triebes so wenig verschmälert, dafs der ganze Körper die Bisquitform angenommen hat. — Später erhält auch dieser hervorgesprofste, scheinbar feste, kuglige Körper einen hellen Fleck in der Mitte, während in den Höhlungen der Mut-

terbläschen (in den älteren Tochterzellen) oft sich dunkle Körperchen anfinden, die sich gleichfalls später, während der fernern Vergröſserung der Mutterzelle und Vermehrung ihrer Glieder durch Sprossen, als hohle Bläschen zu erkennen geben, indem der dichte Inhalt in einen mehr durchsichtigen sich umändert.

Diese unzweifelhaft als das Ergebniſs einer innern Zellenbildung zu erkennenden Vorgänge hat man für eine Vermehrungsweise der Zellen durch „Abschnürung" ausgegeben; jedenfalls eine sehr mangelhafte Vorstellungsweise einer nicht erkannten Erscheinung, denn entständen die verschiedenen Aeste, die alle von einer Mutterzelle ausgehen, nur durch eine Abschnürung einzelner Theile der Haut dieser, so müſste die Mutterzelle nothwendig endlich in diesen Aesten aufgehen. Wir sehen aber, daſs sie ihre Form und Gröſse unverändert behält, während das neue Glied heranwächst und die Uebergangsformen, die sich bei der mangelhaften Ernährung auf dem Objecttische des Mikroskopes bilden zeigen deutlich, daſs es eine neue, neben der älteren entstehende und heranwachsende Tochterzelle ist, die bei gleichzeitiger Hervortreibung der Mutterzelle an dieser Stelle die Ausbauchung und Gliedbildung veranlasse. Schon 1843 machte ich in meiner Abhandlung: „de cella vitali" auf die Aehnlichkeit dieser Wachsthumsweise der Hefezellen, des sogenannten Hefepilzes, Saccharomyces, mit dem Wachsthum der einfachen Pilz- und Algenfäden und der gegliederten Haare aufmerksam. Bei diesen letzteren wächst sowohl die Haut der Mutterzelle wie die der eingeschlossenen Tochterzelle allseitig gleichförmig, während bei der Form der Oberhefe dies Wachsthum nur nach einer Seite hin stattfindet. Die der älteren Tochterzelle angrenzende Wand der jüngeren Zelle gleichen Grades scheint mit der hier sie berührenden Haut der Mutterzelle nicht assimilirend thätig zu sein, daher die perlschnurartig gegliederte Form der mit einer Reihe von Tochterzellen angefüllten Schlauchzelle zu veranlassen.

Durch die Schwierigkeit, die ursprünglich fast unmeſsbar kleinen Bläschen aus der Flüssigkeit zu entfernen, ist es erklärlich, wie ein Pflanzensaft auch nach wiederholtem Filtriren noch zu der scheinbaren Hervorbringung von Hefezellen, des sogenannten Gährungspilzes fähig ist, wenn auch die Menge derselben nach diesen Operationen abnimmt und ebenso die Zersetzungsprodukte des flüssigen Stoffes in dem zweiten Filtrat langsamer und spärlicher erscheinen, wie in dem ersten und in dem dritten noch geringer wie in dem zweiten u. s. f.

Diese eben in ihrer Umformung beschriebenen Bläschen sind mit zahllosen anderen von der verschiedensten Gröſse und Ausbildungsstufe in den groſsen Zellen enthalten, die das Fruchtfleisch zusammensetzen. Diese bestehen wie die meisten Zellen des Pflanzenkörpers aus einer Mutterzelle, deren Haut stärker, glashell und durchsichtig ist und aus einer sehr zarten sekundären Zelle, die jene auskleidet, ihr eng anliegt, und durch Wasser, Weingeist etc. von derselben entfernt wird; sie erscheint durch den ihrer innern Wandung anklebenden körnigen Inhalt selbst gekörnt, durch Jod wird sie gelb gefärbt. In meiner oben erwähnten Arbeit habe ich die spätere Entstehung dieser sekundären Zelle in der Mutterzelle nachgewiesen und auf ihre Bedeutung als das die Absonderungsstoffe bildende Organ hingewiesen. Es ist die Zelle, die Mohl ein Jahr nach dem Erscheinen meiner Schrift gleichfalls entdeckte, die er jedoch für den zuerst um den Kern niedergeschlagenen Schleim hält, der später das Entstehen einer neuen Ablagerung, der eigentlichen Zellhaut, auf sich veranlaſst,

worauf er wieder resorbirt wird. An dem angeführten Orte habe ich schon auf das Ungenügende der von Schleiden angeregten Niederschlagstheorie um den Kern aufmerksam gemacht, wo ich zugleich die Entstehungsfolge der verschiedenen Zellen eines Systemes als endogene Bildungen auseinandersetzte und durch Beobachtungen belegte. Mohl's, diesen Beobachtungen entgegengesetzte Ansicht kann ich darnach nur für unrichtig halten und mufs den Namen „Primordialschlauch" für die sekundäre Zelle verwerfen. — Meistens hängen nun jene Bläschen, die anfangs in dem flüssigen Inhalte innerhalb dieser sekundären Zelle schwimmen, später gleichfalls ihrer innern Oberfläche an, wodurch auf derselben an der Grenze der Berührungsfläche Beider Ringe entstehen, die meistens sehr deutlich das Vorhandensein einer besonderen Hülle um eine mehr oder weniger grofse Anzahl von Chlorophyll- und andern Bläschen erkennen lassen. (Oft wird durch diese Bläschen die Form dargestellt, die Hartig doppelte Ptychodenhaut mit dazwischen befindlichem Ptychodensaft genannt hat). In derselben Zellhöhle dieser Fruchtzelle befindet sich stets — aufser den mit einem hellen Safte erfüllten Bläschen, die meistens noch andere kleinere, ihnen ähnliche oder mit einem weniger durchsichtigen, zuweilen grünlich gefärbten Stoffe angefüllte enthalten — ein gröfseres mit einer trüben, körnigen Flüssigkeit und einem oder einigen Bläschen angefülltes Zellchen, der sogenannte Zellkern; die Körner, welche die Flüssigkeit dieses Zellkernes trübe machen, findet man in den verschiedenen Zellen von ungleicher Gröfse, indem zugleich der Zellkern selbst sich ausdehnt, sind es bald kleine Körner, die bei Berührung mit Wasser Molekularbewegung zeigen, bald kleinere oder gröfsere Bläschen, die im letzten Falle dann häufig grünlich gefärbt sind und der innern Wandung der Zellkernhaut, d. h. der dritten Zelle des Systemes, anhängen.

Auch diese dritte (innere) Zelle mit ihrem zelligen Inhalte kann man wachsen und die Form verändern sehen, wenn man sie, wie ich oben angegeben, unter dem Mikroskope beobachtet. Sie vergröfsert sich in 14—20 Tagen um das Doppelte bis Dreifache, während die gleichfalls gröfser werdenden grünlich gefärbten Bläschen sich in dem erweiterten Zellraume weiter zerstreuen und endlich eine so grofse unregelmäfsige Fläche ohne sichtbare Grenze einnehmen, dafs es schwer hält, die sie ursprünglich umhüllende Membran zu erkennen.

Gleichzeitig hat sich nun auch das, früher als einfaches, scharfbegrenztes Bläschen sich darstellende Kernkörperchen (die Zelle vierter Ordnung des endogenen Systemes) ausgedehnt, einen trüben körnigen Inhalt bekommen, der später sich an vielen Stellen aufklärt und dem ganzen Gebilde, das nun die frühere Gröfse des Zellkernes erreicht hat, ein schaumiges Ansehn giebt, ähnlich, wie es auch manche der übrigen kleinen in dem Zellsafte befindlichen Bläschen besitzen, wenn der körnige Inhalt sich in eine grofse Menge kleiner Bläschen umgeändert hat. — Aehnliche Verhältnisse, die sich in den Geweben des Pflanzenkörpers nicht selten finden und, wie ich schon früher (die Vegetationsorgane der Palmen 1847) gezeigt habe, von der Ernährungsweise der Pflanze abhängig sind, hat man mit der Zellenbildung nicht zu vereinigen gewufst, man hat sie für Blasenräume in der schleimigen oder eiweifsartigen Flüssigkeit ausgegeben, da man wegen des verhältnifsmäfsig dichteren Zwischenzellstoffes die Haut, die den wasserhellen Saft dieser scheinbaren Blasenräume umgiebt, nicht erkennen konnte. Es ist derselbe Irrthum, in den die ersten Anato-

men, denen der Gebrauch unserer vollkommneren Instrumente nicht zu Gebote stand, bei der Beurtheilung der Natur des ganzen Pflanzengewebes verfielen, Grew, C. Fr. Wollf u. a. sahen sämmtliches Zellgewebe als eine Aneinanderreihung von Lücken und Höhlen in einem gallertartigen Stoffe an; eine genaue Beobachtung der Entwickelungserscheinnngen und ein auf die Kenntnifs der physikalischen Gesetze gegründetes Urtheil über diese Vorgänge wird erst die Natur der Zelle und das Wesen organischer Gestaltung überhaupt erkennen lassen.

Die mehrmals erwähnten wasserhellen Bläschen, die in grofser Anzahl in dem Fruchtsafte schwimmen, wachsen nicht selbst unmittelbar zu der bekannten Form von Hefezellen aus, sondern die in ihrer Höhlung vorhandenen oder sich bildenden körnchenartigen Bläschen ändern nach dem Wechsel der Ernährungsverhältnisse ihre Bildungsthätigkeit, indem sie statt des wasserhellen Saftes, der den Inhalt ähnlicher Formen in dem unverletzten Fruchtgewebe ausmacht, einen undurchsichtigen Stoff während ihres Wachsthumes in ihre Höhlung hinein absondern. Für die leichtere Beobachtung dieser Wachsthumserscheinungen ist es zweckmäfsig, die Zellen des Fruchtfleisches, bevor man sie unter das Mikroskop bringt, durch Quetschen oder Reiben zu zerreifsen, denn in den unverletzten Zellen scheinen diese Umbildungen sehr schwierig eingeleitet zu werden.

Die vollständige Entwickelung der in der Zelle zweiten und dritten Grades (dem Zellkern und Kernkörperchen) entstehenden und wachsenden Bläschen habe ich nicht beobachtet, wie ich glaube, wegen des zwischen den beiden Glasplatten nur mangelhaft stattfindenden Wechsels von Luft und Flüssigkeit; untersucht man die Zellen eines in gröfserer Menge der Gährung überlassenen Fruchtbreies, so findet man bei dem ersten Beginn dieses Vorganges häufig solche, die, obschon an einer Stelle zerrissen oder geplatzt, eine ganze Gruppe hefeähnlicher Bläschen enthalten, die die Stelle des mit grüngefärbten Bläschen angefüllten Zellkernes einzunehmen scheinen.

Die oben beschriebene Entwickelung der Hefezellen, die ich an verschiedenen Früchten beobachtete und im vorigen Sommer die Ehre hatte, in Präparaten von Stachelbeeren der Gesellschaft der naturforschenden Freunde in Berlin vorzulegen, geht nun nicht unter allen Bedingungen auf gleiche Weise vor sich. So wie die Entwickelung des ganzen Organismus von der Art der Nahrungsstoffe und von den klimatischen Verhältnissen in gewissem Grade abhängt: so ändert sich auch die Lebensthätigkeit des organischen Elementarbestandtheiles der Zelle, wenn diese aus dem Verbande des Organismus getrennt unter verschiedenartigen Verhältnissen selbständig sich entwickelt. Aehnlich wie der Wechsel von Tag und Nacht, Sommer und Winter in dem Entwickelungsleben des pflanzlichen Organismus die Vorgänge der Zellenbildung von denen des Zellenwachsthums einigermafsen sondert: so kommen in den Lebensäufserungen der vereinzelten Zelle je nach dem verschiedenen Wärmegrade, bei dem sie, unter ürigens gleichen Ernährungsverhältnissen ihre selbständige Entwickelung durchläuft, verschiedene organische Thätigkeiten zur Erscheinung, indem bald bei niedrigeren Wärmegraden (bis + 7° Cels.) in der Unterhefe die Zellenbildung bald bei höherer Temperatur (12°—20°) in der Oberhefe das Zellenwachsthum vorherrscht. — In der Oberhefe erreicht der ästig werdende Schlauch der Mutterzelle eine bedeutende Ausdehnung, indem er alle die sich reihenweise ordnenden und sich vergröfsernden Tochterzellen umgiebt, mit ihnen gleichzeitig auswächst: in der Unter-

hefe dagegen verändert die ausgewachsene Zelle nicht ihre Gröfse, während die grofse Anzahl von Tochterzellen in ihrer Höhlung mit den folgenden Generationen, die sich in ihnen bilden, gleichfalls die runde Form behält und erst die ihm eigenthümliche Ausdehnung nach dem Absterben der sie umhüllenden Mutterzelle*) erreicht. Beide Formen sind nur Varietäten einer und derselben Grundform: — des einfachen organischen Elementarbestandtheils der Zelle; beide erleiden wieder mannigfache Variationen je nach der Verschiedenheit des Stoffes, der zu ihrer Ernährung dient, wie dies aus den Bemühungen der Algologen (besonders Kützing's in seinen Gruppen der Cryptococceen und Leptomiteen), die Formverschiedenheiten der einfachen Zellvegetationen aufzufassen und vergleichend darzustellen entnommen werden kann und wie ich selbst durch eigene Versuche sie hervorbrachte. Dass diese Zellenvegetationen weder den Pilzen noch den Algen zugerechnet werden dürfen, liegen offen zu Tage. Die Aufgabe des Systematikers wie des Anatomen und Physiologen wird es jetzt sein, nachzuweisen, welche Ordnungen der Elementarorgane des lebenden Körpers sich von dem Ganzen zur selbständigen Fortbildung zu trennen vermögen, unter welchen Verhältnissen dies möglich ist oder nothwendig wird und in welche Gebilde bei einem solchen individualisirten Leben sich umzugestalten, den verschiedenen Entwickelungsstufen desselben gestattet ist. Es werden ohne Zweifel die meisten sogenannten Endophyten des thierischen und pflanzlichen Körpers sich als ähnliche Umformungen krankhaft ernährter Gewebezellen herausstellen (man vergl. die Vegetationsorgane der Palmen S. 114) und manche jetzt noch als Pilze und Algen beschriebene Formen den Kreis specifisch verschiedener Arten verlassen müssen.

Auch die diese Zellenvegetationen begleitenden Zersetzungserscheinungen der mit ihnen in Berührung gebrachten Stoffe sind für die Kenntnifs des Pflanzenlebens von der gröfsten Bedeutung; die Bildung von Kohlensäure und Alkohol während des Wachsens der Hefezellen in einer Flüssigkeit, die Zucker und Stickstoffverbindungen enthält ist eine längst bekannte Thatsache, die trotz der vielfachen Untersuchung der sie wegen des praktischen und theoretischen Interesses unterworfen wurde, dennoch in dem Zusammenhange ihrer Grundvorgänge nicht bekannt ist; wie man augenblicklich erkennt, wenn selbst ausgezeichnete Chemiker nicht zögern, die Vermuthung auszusprechen, die Zellen der Hefe seien ein Ergebnifs der chemischen Veränderungen einer Stickstoffverbindungen enthaltenden Zuckerlösung, gleichsam ein Educt der Gährung. Döpping und Struve widersprechen dieser Ansicht (Tiré du Bulletin etc.

*) Nach den vorhandenen Analysen nähert sich die Zusammenstellung der Unterhefe sehr derjenigen der frischen Oberhefe, während des Auswachsens der Letztern vermehrt sich jedoch der Kohlenstoffgehalt. Mitscherlich fand dafs in einer Hefe die zum Zersetzen von 1000 Theilen Zuckers gedient hatte, der Stickstoff sich im Verhältnifs zum Kohlenstoffe um die Hälfte verringert hatte. Es stimmt dies Verhalten übereiu mit meinen Versuchen über die Ernährung des Zellgewebes (Vegetationsorgane der Palmen), dafs die Vermehrung des Stoffes der Zellhaut, d. h. die Vergröfserung oder die Verdickung derselben durch Kohlensäure-Aufnahme bedingt ist, die Zellenbildung dagegen durch stickstoffhaltige Nahrungsflüssigkeit befördert wird. Wenn auch das Wesen beider Hefearten in einer Zellenvermehrung besteht, sie daher mit dem zellenbildenden Cambium verglichen werden können, dessen Assimilationsthätigkeit unter Kohlensäureausscheidung während der Nachtzeit am lebhaftesten ist, oder mit den Ernährungsvorgängen der ächten Parasiten, so findet doch in der Oberhefe gleichzeitig eine Ausdehnung und Stoffzunahme der Haut, sowohl der primären wie der sekundären Zellen statt, und es ist anzunehmen, dafs auch hier ebenso wie die Ausdehnung der Gewebe vollkommener Pflanzen auf Kosten der unter dem Lichteinflusse zersetzten Kohlensäure vor sich geht, ein Theil der durch den Zellenbildungsprozefs entwickelten Kohlensäure von der sich vergröfsernden Haut assimilirt wird, was auch Mitscherlich's Analysen bestätigen.

Pétersbourg 1842 April) in Folge ihrer interessanten Gährungsversuche bei Abschlufs der atmosphärischen Luft und Ersatz derselben durch Wasserstoff- oder Kohlensäuregas in welchem Falle sie durchaus keine Bildung der bekannten Hefezellen bemerkten, während die übrigen Produkte der Gährung, die Kohlensäure und der Alkohol sich regelmäfsig gebildet hatten. Sie zogen aus ihren Versuchen den Schlufs, dafs diese vielmehr eine sekundäre Erscheinung sei, durch die Einwirkung der Luft auf denselben hervorgebracht.

Durch die Güte des Hrn. Dr. Struve hatte ich Gelegenheit mit demselben Apparate, der den Untersuchungen der beiden Forscher diente, dieselben zu wiederholen und gelangte zu der Ueberzeugung, dafs im Widerspruch der Versnche Gay-Lussac's, das von ihnen erhaltene Ergebnifs, insofern sie die Bildung der bestimmten, allgemein bekannten Form der Hefezellen unter den obwaltenden Verhältnissen verneinen, durchaus richtig ist. Bei allen von mir angestellten Untersuchungen, die ich überdies noch auf Sauerstoffgas ausdehnte und auch in Glascylindern über Quecksilber ausführte, zeigte sich selbst nachdem die Kohlensäurebildung vier Wochen ununterbrochen fortgedauert hatte, während welcher Zeit die Flüssigkeit einen weinigen Geruch annahm, keine Spur des sogenannten *Saccharomyces Cerevisiae,* dagegen hatten sich die kugligen wasserhellen Bläschen, die sich in dem Safte der Fruchtzellen in Menge finden, bedeutend ausgedehnt, sie umschlossen in der zarten Haut einen trüben, körnigen, durch Jod gelb gefärbt werdenden oder einen durchsichtigern Saft und eine oft sehr grofse Anzahl von wasserhellen Bläschen, die nach der Gährung unter Sauerstoffgas sich vorzüglich bedeutend vergröfsert zu haben schienen. Auch in dem Falle, wo dem über Sauerstoffgas stehenden Traubensafte kohlensaures Ammoniak hinzugesetzt war, hatte sich, nachdem die Gährung 8 Tage gedauert hatte, keine eigentliche Hefe gebildet; die in den kugligen Zellen enthaltene trübe körnige Flüssigkeit, in der die endogenen hellen Bläschen eingebettet sind, schien in diesem Falle undurchsichtiger und wurde durch Jod dunkler gelb ins Braune gefärbt. — Man kann nun wohl, nachdem man sich von der Lebensthätigkeit dieser in dem Fruchtgewebe enthaltenen Zellen überzeugt hat, nicht behaupten, dafs die Zuckerzersetzung unabhängig von einem organischen Vorgange geschehe: nur das geht daraus hervor, dafs die Form der organischen Bildungen ungeachtet der anscheinend gleichen Zersetzungsprodukte des Zuckers eine andere ist, dafs daher, wenn man von der veränderten Form auf die veränderte Zusammensetzung eines Körpers schliefsen darf, die Zuckerzersetzung nicht unmittelbare Wirkung der Zellenvegetation ist.

Die Mittheilung dieser Beobachtungen wird wie ich hoffe, dazu dienen, ferner ein allzuleichtfertiges Gerede von *generatio originaria,* Urzeugung, d. h. Entstehung aus unorganisirtem Schleime, Eiweifse, Gummi etc. zu unterdrücken; diejenigen, die durch ähnliche Erklärungen die Lücken ihrer Beobachtungen ausfüllen wollen, werden genöthigt sein nachzuweisen, dafs der Schleim, Gummi, Eiweifs etc. wirklich keine Zelle enthält, sie werden genöthigt sein, sich des Mikroskops zum Aufsuchen dieser die Gährung oder überhaupt die Veränderung der organischen Flüssigkeiten bewirkenden Ursache zu bedienen und sie werden in allen thierischen oder pflanzlichen Absonderungsstoffen dieselben vorfinden. Der Speichel, der Magensaft, der Harn, die Galle, die Pflanzensäfte wird man nie frei von losgerissenen Gewebezellen oder Absonderungszellen, Drüsenzellen (Bläschen) finden: jede dieser aus dem lebenden Ge-

webe eines Thieres oder einer Pflanze getrennten lebensfähigen Zellen ist befähigt, unter geeigneten Verhältnissen eine ähnliche Zellenentwickelung wie die Hefe sie uns zeigt, einzuleiten und, wenn die Bedingungen günstig, zu unterhalten. Je nach diesen Verhältnissen wird die einfache Form wechseln können, die diese Vegetation zeigt; diese verschiedenen Formen können jedoch ebensowenig als verschiedene Pflanzenspecies aufgeführt werden, als sie durch eine Urzeugung entstanden. — Nägeli, der noch kürzlich (in seinem Systeme der Algen 1847) den Pilzen eine Urzeugung zuschreibt und sie dadurch von den Algen trennt, denen er gegen Kützings schon durch Ehrenbergs Untersuchungen des Passatstaubes gänzlich beseitigte Angaben eine Urbildung aus der Zersetzung von organischen Stoffen abspricht: so wie Reissek (Haidingers Sammlung naturwissenschaftl. Abhandl. Bd. I. 1844), der von einer Urzeugung der Pilze (freilich nicht im eigentlichen Sinne des Wortes) spricht, werden sich überzeugen, daſs die von ihnen beobachteten Zellenvegetationen nur die krankhaften unregelmäſsigen Umbildungsformen von Zellen sind und nie zu wirklichen mit bestimmten Fortpflanzungsorganen begabten Pflanzenspecies (*Botrytis, Penicillium, Cladosporium* nach Reissek) werden*). Reissek gebraucht nun irrthümlich den Ausdruck Urzeugung, indem er angiebt, daſs jene Pflanzen aus Chlorophyll und Amylumkügelchen sich hervorbilden; den einen Theil dieser Angabe, das Auswachsen von Bläschen des Pflanzenzellgewebes habe ich in meiner Untersuchung über den Palmenstamm bestätigt, bevor ich seine Arbeit kannte; den zweiten Theil indessen, den auch Nägeli schon aussprach, die Entstehung von wirklichen, Fortpflanzungsorgane besitzenden Pflanzenspecies, kann ich durch meine Beobachtungen nicht bestätigen. Seitdem ich in Wiegmanns Archiv 1843 die vollständige Entwickelungsgeschichte einiger Fadenpilze gegeben habe (die Reissek eben so wenig wie Ehrenbergs Untersuchungen über diesen Gegenstand bekannt geworden zu sein scheinen, da er p. 43 meint, es sei bisher nur angenommen, nicht erwiesen, daſs die Pilzspore wirklich die Art fortpflanze), sah ich nie an den häufig beobachteten krankhaften Bildungen ähnliche Organisationsverhältnisse.

Sowohl in der Klasse der Algen wie der Pilze werden gründliche Untersuchungen, so ins Einzelne gehende Beobachtungen, wie sie Nägeli in seinem Algensystem mitgetheilt hat, nothwendig unternommen werden müssen und nur ganz vollständige Entwickelungsgeschichten werden über die Natur dieser einfacheren organischen Wesen, ob Art oder selbständig gewordener Theil einer Art entscheiden können.

*) Dagegen pag. 208.

Die Hüllhaut der Pflanzen.

(Botanische Zeitung 1848, 729.)

Seitdem Brongniart die Entdeckung machte, dafs der Pflanzenkörper von einem eigenthümlichen feinen, durchsichtig gleichförmigen Häutchen bedeckt werde und Link dies bestätigte, ist dasselbe wiederholt Gegenstand der Untersuchung geworden, ohne dafs man jedoch über dessen Entstehungsart einerlei Ansicht gewonnen hat. Treviranus und Schleiden erklärten diese Haut für einen erhärteten Aussonderungsstoff der Oberhautzellen, der nach Schleidens Angabe häufig durch fortgesetzte Aussonderungen dieser von seinem Ursprungsorte durch den späteren verschiedenartigen Aussonderungsstoff entfernt werde, während Meyen das eigentliche von Brongniart entdeckte Häutchen, die *cuticula*, gänzlich übersehend, dasselbe in den verdickten äufseren Wandungen der Oberhautzellen wiederzufinden glaubte. Auch Mohl kommt nach wiederholter Untersuchung zu dem Schlufs, dafs „die *cuticula* keine eigenthümliche Haut sei, dafs dieselbe vielmehr aus den vereinigten äufseren Wandungen der Epidermiszellen und einem Theile der in den Zellenhöhlungen abgelagerten sekundären Membran bestehe." Mulder dagegen wurde durch seine Theorie, obgleich er Mohls Untersuchungsmethode benutzte, zu der Schleiden'schen Ansicht zurückgeführt, dafs „die Substanz der *cuticula* durch die Epidermiszellen nach aufsen hin abgesondert und aus den Stoffen gebildet werde, welche den Inhalt der Letzteren ausmachen."

Denjenigen, der sich von der Entwickelung des pflanzlichen Organismus aus einer Zelle überzeugt hat und der das Wachsen der Zelle einer lebendigen, assimilirenden Thätigkeit der Zellhaut zuschreibt, wird der Gedanke nicht überraschen, dafs diese Mutterzelle des ganzen Organismus mit dessen Entwickelung gleichmäfsig fortwachsend, die von Brongniart entdeckte Hüllhaut gebe. Dafs die einfachen Pilze und Algen von einer gleichförmigen, durchsichtigen Haut umhüllt werden, zeigte ich schon 1843 in Wiegmanns Archiv; wegen vorwiegender Entwickelung dieser Hüllhaut bei den niederen, zelligen Gewächsen kann man selbst die innere Zellenentwickelung übersehen. Gröfserer Sorgfalt bedarf es bei der Untersuchung der zusammengesetzteren Pflanzen in allen Alterszuständen die Hüllhaut zu erkennen, doch kann man sich an den jüngsten und zarteren Theilen durch die von Brongniart angewendeten endosmotisch wirkenden Mittel und an den ausgebildeten Organen durch concentrirte Schwefelsäure, die die Oberhautzellen, nicht die Hüllhaut, auflöst, von dem Vorhandensein dieser letzteren überzeugen. Von dem Keimlinge, so lange er in den Samenhüllen eingeschlossen ist, und von den jüngsten Theilen der Knospe

kann man durch abwechselnde Anwendung von Wasser und Spiritus und sehr verdünnte Schwefelsäure immer eine zarte, durchsichtige, gleichförmige Haut abheben, die sich wie eine Blase oder ein Schlauch über die unverletzt und in ihrer eigenthümlichen Form zurückbleibenden cambialen Oberhautzellen erhebt. Die Endosmose findet daher nicht mit dem Zelleninhalte, sondern mit dem allgemeinen Nahrungssafte statt, der das Pflanzengewebe durchtränkt. Einigemal erhielt der unter einzelnen dieser Erhebungen der Hüllhaut angesammelte flüssige Stoff ein gallertartiges Ansehn (an den Würzelchen von *Lepidium sativum* und den Samenlappen von *Cannabis*), ja es zeigten sich einmal in diesem nach 24 Stunden eine Menge Bläschen, so dafs es sicher ist, dafs in diesen Fällen das Zellgewebe selbst verletzt war, und sein Inhalt zur Endosmose beigetragen hatte.

Dafs die Hüllhaut nicht etwa nur die seitlichen Organe vielleicht jedes abgesondert überzieht, was der Theorie der Hervorbildung der blattartigen Organe aus einer Zelle entsprechen würde, sondern sowohl den Stamm wie alle aus ihm sich entwickelnden Organe bedeckt, davon überzeugt man sich leicht durch die Untersuchung der Gipfelknospe. Behandelt man eine solche z. B. von *Daucus Carota* auf die angegebene Weise, so trennt sich von der äufsersten Spitze des Stammes und von den die künftigen Blätter andeutenden Zellenwülsten unterhalb jener, die über alle Organe gleichförmig und ununterbrochen sich ausdehnende Hüllhaut. Ebenso entwickeln sich unter ihr an den älteren Blattanlagen die Blattfiedern des zusammengesetzten Blattes. Ganz gleich verhält sich die Hüllhaut in der Blumenknospe, wo die Kelch- und Blumen-Blätter, die Staubgefäfse und Fruchtblätter mit den Eichen unter ihrem Schutze sich heranbilden. An dem Keimlinge gelingt es gewöhnlich noch leichter, die ihn gänzlich umhüllende Haut im Zusammenhange durch jene Mittel abzuheben, und nur an dem Wurzelende desselben bemerkt man vor der Keimung in dieser Hüllhaut eine kleine Oeffnung oder einen dunklen Fleck als Andeutung des hier abgetrennten Aufhängefadens oder eines übriggebliebenen Restes desselben. Beim Keime des jungen Pflänzchens bildet sich die Wurzelmütze innerhalb der Hüllhaut, und man bemerkt noch lange jenen Rest des Aufhängefadens — in welchem die noch vorhandenen Bläschen und Zellenkerne inzwischen zu Zellen auswuchsen und vielleicht die Funktion der Zellen der Wurzelmütze theilen — noch lange nachdem an dem oberen Ende der Wurzel die innerhalb der Wurzelmütze gebildete Oberhaut durch Abfallen der älteren Zellen jener auch von der Hüllhaut entblöfst wurde. Ob die Wurzelmütze später noch von der Hüllhaut bekleidet ist: oder ohne deren Schutz weiter sich entwickelt? Brongniart hat sich für das letztere entschieden, und auch mir ist es nie geglückt, nachdem einmal an dem oberen Ende des keimenden Würzelchens der Zusammenhang des bis dahin vollständigen Schlauches der Hüllhaut gestört worden war, durch endosmotische Mittel denselben an der Wurzelmütze darzustellen; auch ist es sehr unwahrscheinlich, dafs ein an beiden Seiten offenes, aus einer Zelle entstandenes Rohr fortfahren sollte, assimilirend thätig zu sein. Der innige Zusammenhang der äufseren Zellenschicht der Spitze der Wurzelmütze, der für das Vorhandensein einer Hüllhaut zu sprechen scheint, hängt wahrscheinlich von der endogenen Zellenbildung, von der Entstehung dieser ganzen Zellenschicht in einer oder wenigen Mutterzellen ab; es findet sich dasselbe auch bei den innerhalb der Rinde entstandenen Wurzeln, die doch sicher nicht von einer Hüllhaut, wenigstens nicht von der allgemeinen Hülle des ganzen Organismus bekleidet sind. Zuweilen findet sich an den in der Luft wach-

senden Wurzeln eine Erscheinung, die sehr an das Verhalten der Hüllhaut erinnert, jedoch auch hier nicht durch die vergröſserte Hülle des Keimlings hervorgebracht werden kann, da diese Wurzeln gleichfalls innerhalb der Rinde entstanden. An den zarten Luftwurzeln der Sedumarten tritt in Folge der Anwendung endosmotischer Mittel ein dem Verhalten der Hüllhaut ähnlicher Vorgang ein; untersucht man indessen die von den noch mit Absonderungsstoffen erfüllten Zellen der Wurzelmütze abgehobene Haut genauer, so findet man daſs es ein Aggregat sehr durchsichtiger Zellen ist, ohne Zweifel die von Nahrungsstoffen entleerten äuſsersten Zellen der Wurzelmütze die sich zuweilen dadurch leicht zu erkennen geben, daſs jede ein Luftbläschen enthält. Durch concentrirte Schwefelsäure, die Mohl und Mulder nach vorhergegangener Behandlung mit Jod anwenden, um die *cuticula* zu erkennen, wird zwar auch dies häutige Zellenschicht braun gefärbt, ich halte jedoch dies Mittel für sehr unsicher, da auſserdem noch viele Zellenhäute sich ebenso verhalten, z. B. die des Korkes und der Wurzeloberhaut, deren Thätigkeit und Eigenschaft höchst wahrscheinlich eine den Zellen der Wurzelmütze sehr ähnliche ist. Möglich ist es indessen, daſs auch diese innerhalb der Rinde entstandenen Wurzeln, so wie die ebendaselbst nach verschiedenen Beobachtungen entstehenden Knospen sich aus einer Zelle hervorbilden, die ihnen später als Hüllhaut dient; doch ist diese durch die Entwickelungsgeschichte noch nachzuweisen.

Es ist also nur dem (in der Regel allein nur) der Wirkung der Atmosphäre ausgesetzten Stamme mit den ihm zugehörigen Theilen durch eine Hülle der Einfluſs derselben vermittelt, und, an der einjährigen Pflanze, diesen Organen meistens nur durch die Spaltöffnungen unmittelbar zugänglich. An dem mehrjährigen Stamme jedoch, dessen Rindengewebe eine Kork- und Borken-Bildung einging, wird die Hüllhaut mit der Oberhaut abgestoſsen (ihre Thätigkeit vielleicht durch jene ersetzt?), sie findet sich dann nur an den jüngeren beblätterten Theilen. Hier ist sie, wie schon erwähnt, an den ausgebildeten Organen wegen des innigen Zusammenhanges mit den Oberhautzellen durch endosmotische Mittel nicht mehr von diesen zu trennen; mit Hülfe von Schwefelsäure und Jod erkennt man eine ebenso feine strukturlose Haut, die das ganze Organ ununterbrochen überzieht, wie sie durch Endosmose von den noch in der Entwickelung begriffenen abgehoben werden kann. Wie unerläſslich das Studium der Entwickelungsgeschichte dieses wie aller übrigen organischen Gebilde zum richtigen Erkennen derselben ist, zeigt übrigens wieder die Literatur über die *cuticula* sehr deutlich, da seit Brongniart die meisten Beobachter die Hüllhaut und Oberhaut zusammen als *cuticula* bezeichneten, oder auch erstere ganz übersahen.

Durch vorsichtige Anwendung von Jod und Schwefelsäure[1]) kann man schon an sehr jungen Organen die Zellenhäute der Oberhaut blau färben, während die strukturlose Hüllhaut ungefärbt zurückbleibt; später ist die blaue Färbung der verdickten Wandungen der Oberhaut schwierig hervorzubringen, und die anfangs gleichförmige Hüllhaut besitzt dann zuweilen, wie bei der *Aloe,* den Zwischenzellgängen der ausgewachsenen Oberhautzellen entsprechende verdickte Streifen. Daſs diese Streifen nicht auf eine Zusammensetzung der Hüllhaut aus Oberhautzellen hinweist, ist dem unzweifelhaft, der die Entwickelung dieser Organe verfolgte; es ist nur die Frage zu

[1]) Die Schwefelsäure muſs verdünnt angewendet werden und dann längere Zeit auf den Pflanzentheil einwirken können, bevor die blaue Färbung eintritt.

beantworten übrig, ob die verdickten Linien erhärtete und der Hüllhaut anhaftende Zwischenzellsubstanz oder durch Assimilation hervorgebrachte Verdickungsschichten der Hüllhaut selbst sind. Das Verhalten derselben gegen Reagentien scheint für das Letztere zu sprechen.

Wollte man nun, da alle anatomischen Verhältnisse gegen das Entstehen der Hüllhaut aus den Oberhautzellen sprechen, auf die jüngsten Cambiumzellen zurückgehen und annehmen, dafs deren äufsere Wandung statt bei vorschreitendem Wachsthume wieder verflüssigt und von den jüngeren Generationen assimilirt zu werden, zur Vergröfserung der Hüllhaut beitrage, so wird auch diese Ansicht durch die überall gleichförmige Beschaffenheit und die ununterbrochene Ausdehnung derselben über die sich entwickelnden Organe zurückgewiesen; man kann ihre Vergröfserung nur durch ein auf fortdauerndes Assimilationsvermögen beruhendes Wachsthum erklären.

Die Meinung derjenigen, dafs die Hüllhaut ein Aussonderungsstoff der Oberhautzellen sei, erweist sich sogleich durch das Vorhandensein derselben bei den einfachsten Organismen, bei denen zum Theil die innere Zellenentwickelung überhaupt erst später eintritt, zum Theil die Entwickelung der Oberhaut fehlt, als unhaltbar; so wie auch dadurch, dafs dieselbe bei den zusammengesetzten Organismen früher vorhanden ist, wie die Oberhautzellen, die sie ausschwitzen sollten[1]); und will man

[1]) Man hat die verdickten Wände der unter der Oberhaut befindlichen Spaltöffnungshöhlen der Proteaceen, der Aloe, Agave und anderer als Beweis einer späteren Ausschwitzung angeführt, doch auch hier zum Theil durch die verdickten Wandungen der benachbarten Zellen, zum Theil durch die Haut des Luftkanals selbst sich täuschen lassen. Der erstere Irrthum ist schon durch das oben Mitgetheilte widerlegt; zur Bestätigung des letzteren führt die Untersuchung der Entwickelung der Spaltöffnungszelle, die ich an der *Aloe verrucosa* und *margaritifera* verfolgte. Untersucht man Querschnitte junger Blätter dieser Pflanzen vor dem Erscheinen der Spaltöffnungen, so bemerkt man in Einzelnen innerhalb der sekundären Zelle drei Tochterzellen nebeneinander, alle von der Höhe der Mutterzelle, doch die mittlere schmäler wie die beiden seitlichen. Sieht man diese Blattfläche von oben, so erkennt man dafs die mittlere von vier Zellen umgeben ist. An etwas höheren (älteren) Stellen des Blattes steht die mittlere schmälere Zelle auch an Länge den beiden benachbarten nach und die Hüllhaut ist über ihr etwas herabgesenkt. Der Unterschied in der Höhe dieser verschiedenen Oberhautzellen wird an älteren Blatttheilen immer bedeutender, wodurch die Senkung der Hüllhaut über der engen mittleren Zelle, mit der sie verwachsen ist, immer gröfser wird und sich zu dem tiefen Trichter gestaltet, der sich an ausgewachsenen Blättern findet. In jeder der beiden seitlichen Tochterzellen bilden sich inzwischen zwei Zellen dritter Ordnung, von denen je eine die den immer enger werdenden mittleren Zellen angrenzt, in ihrer sekundären Zelle Stärke bildet, die andern beiden den übrigen Oberhautzellen gleich, durch ihr Wachsthum nach oben zunächst den trichterförmigen Eingang in die Spaltöffnungszellen darstellen. Die Verwachsungsstelle der Hüllhaut mit der zu einem engen Canale ausgedehnten mittleren Zelle sieht man nun oval durchlöchert, während das untere kegelförmig erweiterte Ende desselben mit der Zelle erster Ordnung verwächst, und hier mit der Mutter- und Tochterzelle jener zugleich eine lange spaltenförmige Oeffnung erhält. Die beiden mit Stärke erfüllten Zellen dritter Ordnung legen sich jede halbmondförmig eng an die Basis des kegelförmigen Luftkanals, der dadurch in ein enges, seitlich zusammengeprefstes Rohr umgeändert wird, dafs auf einer flachen, durch die Spaltöffnung durchbrochene Basis ruht.

Behandelt man den Querschnitt eines ausgewachsenen Blattes der Aloe, Agave mit Schwefelsäure, so bleibt die Hüllhaut und die mit ihr verwachsene Spaltöffnungszelle zurück, so dafs es auch hier scheinen könnte, als sei letztere die unmittelbare Verlängerung der Hüllhaut, wenn nicht die Entwickelungsgeschichte es anders lehrte. Die Bildung dieser Spaltöffnungen weicht in zwei Punkten wesentlich von denjenigen ab, die ich an der *Klopstockia* beobachtete und a. a. O. beschrieb. Erstens bilden sich dort die beiden seitlichen Zellen unmittelbar zu den halbmondförmigen Spaltöffnungszellen, es entstehen keine Zellen dritter Ordnung, was vielleicht bei allen Blättern mit flachen Oberhautzellen stattfindet, denn die Erhebung der Oberhautzellen über die Spaltöffnungszellen beruht eben auf der spätern Bildung und Ausdehnung der Zellen dritter Ordnung. Zweitens vermifste ich zwischen den halbmondförmigen Zellen der *Klopstockia* das Bläschen, in welchem sich die Luft zuerst ansammelt, die eigentliche den Luftkanal gebende Spaltöffnungszelle, was wohl in der optischen Beschaffenheit des Bläschens oder des Blastems seinen Grund hat, denn es ist nicht wahrscheinlich, dafs dies Organ, das wesentlichste des ganzen Luftzuleitungsapparates irgendwo fehlen sollte. Bei der Behandlung mit Schwefelsäure sieht man auch bei den flachen halbmondförmigen Zellen befindlichen Canal zu einem Schlauche sich ausdehnen und der Auflösung länger widerstehen, die Entwickelungsgeschichte wird sicher überall eine gleiche Bildung dieser wichtigen Verhältnisse nachweisen.

annehmen, dafs die Hüllhaut an den cambialen Organen aus einem nach aufsen abgeschiedenen, vielleicht bei der Berührung mit der Atmosphäre erhärtenden Pflanzensafte gebildet werde (was an sich ebenso unwahrscheinlich ist, wie ein Ausschwitzen aus den Zellen, denn es müfste dann alle Zwischenzellsubstanz in cuticula verändert werden): so würde man sie an diesem ihrem Entstehungsorte nicht schon völlig ausgebildet finden können. Es spricht ferner gegen letztere Ansicht die Thatsache, dafs sich die Hüllhaut nicht wiederersetzt, wenn ein im Entstehen begriffenes Organ verletzt wird, und wie hat man sich das Ausschwitzen bei den unter Wasser lebenden Gewächsen zu denken? wie in der meistens eng geschlossenen Knospe? wie in dem Samen und der Keimsackflüssigkeit? wann hört hier das Wachsen der den Keimling umgebenden Hüllhaut auf, wann beginnt das Ausschwitzen?

Läfst nun sowohl die vergleichende Untersuchung der auf verschiedener Stufe der Vollkommenheit stehenden Formen des Pflanzenreiches, als auch die Entwickelungsgeschichte des Einzelwesens kaum eine andere Erklärung der Entstehungsart der Hüllhaut zu, als deren Ableitung aus der den jüngsten Keimling umhüllenden Zelle, so wird die Frage nach der Abstammung dieser Zelle, ob Pollenzelle oder ein in dem Embryonalschlauch entstehendes Bläschen, oder der eingestülpte Embryonalschlauch selbst, vielleicht auch in Vereinigung mit dem Pollenschlauche, den er überwächst, von noch gröfserer Bedeutung, die für eine richtige Würdigung der Abhängigkeit des Einzelwesens von den zu seiner Erzeugung beitragenden Organismen, noch erhöht werden wird, wenn wir uns einst von der Wechselwirkung der lebenden, assimilirenden Zellmembran mit dem Zellinhalte und von der Abhängigkeit der Formen organischer Gestalten von dem ihnen als Grundlage dienenden Stoffe überzeugt haben werden.

Beitrag zur Kenntniss des Zellenlebens.

Hierzu Taf. XIII.

(Bot. Zeitung 1849, 361.)

Durch Mittheilung von Beobachtungen über die Entstehung der Hefezellen, so wie deren verschiedene Umbildungsformen unter veränderten Bedingungen (p. 194) suchte ich den Glauben an eine primitive Entstehung organisirter Körper aus unorganischen Stoffen zu beseitigen. Ich machte daselbst darauf aufmerksam, dafs man überall einen organisirten Körper, ein Gewebe oder deren Grundbestandtheil, eine Zelle als Anfangspunkt von Organismen finde und stellte es als Aufgabe der Physiologen sowohl wie der Anatomen und Systematiker hin zu untersuchen, welche Theile des Organismus einer selbständigen Fortbildung empfänglich seien, welche Verhältnisse eine solche ermöglichen und welche Formverschiedenheiten daraus hervorgehen können. Damals waren mir noch nicht die schönen Beobachtungen Reisseck's über diesen Gegenstand (N. A. N. C. A. L. C. XXI. 2.) bekannt geworden, worin schon der Anfang zur Beantwortung jener Fragen gemacht war. Ich zögerte nicht dieselben zu wiederholen oder wenigstens in ähnlicher Weise gleichfalls anzustellen und gelangte zu Ergebnissen, denen Reisseck's sehr ähnlich, die ich hier vorzulegen mir erlaube; es werden dieselben als Bestätigung der schon früher von mir gehegten und ausgesprochenen Ansicht dienen können, dafs manche für Pflanzenarten gehaltene Organismen nur krankhafte Veränderungen einzelner Zellen oder Gewebe seien und defshalb, wenigstens so lange der von dem Gründer unserer Systemkunde aufgestellte Begriff der Art festgehalten wird, aus der Reihe der eigentlichen Arten im Linné'schen Sinne gestrichen werden müssen. Jedenfalls werden diese Beobachtungen es immer mehr bestätigen, dafs an eine Urzeugung dieser pilzartigen Gewächse nicht gedacht werden kann.

Völlig ausgebildete Puccinien und Phragmidien einer Rose brachte ich theils auf Objectträger, die ich mit verschiedenen Flüssigkeiten befeuchtete, theils auf Blätter und in das Zellgewebe verschiedener Pflanzen. Die mit Gummi- und Zuckerlösung befeuchteten Puccinien begannen nach längerer Zeit zu vielfach verzweigten Fäden auszuwachsen (Gruppe I. h. ein Ast dieses Gewächses), nachdem im Innern der sogenannten Sporen sich eine gröfsere (d) oder geringere (e) Anzahl von Bläschen gebildet hatte. Die äufsere Haut der Spore verlängerte sich in diesem Falle mit den im Innern enthaltenen sich vergröfsernden Bläschen, die Hüllhaut der neuen Pflanze bildend; in anderen Fällen wurde die Sporenzelle vor dem Keimen zerstört und jedes der dann sehr zahlreich vorhandenen freigewordenen Bläschen verlängerte sich in einen Faden (d'), dessen aufwärtswachsende Aeste zuweilen sehr bald in monilienartig an einandergereihte Bläschen zerfielen, so dafs die Puccinia dann nicht als Spore,

sondern als Sporangium sich darstellte: in einem dritten Falle den ich an einer in der Stengelhöhle einer *Dahlia* befindlichen Puccinia beobachtete, wurde die äufsere Sporenhaut von den auswachsenden inneren Bildungen durchbrochen (m), ähnlich dem auswachsenden Pollenschlauche.

Hinsichts der inneren Zellenentwickelung und der daraus hervorgehenden Bildung von Querscheidewänden zeigte sich, der Ernährungsweise entsprechend, die gröfste Verschiedenheit. Im Allgemeinen war bei den Gewächsen, die im reinen Brunnenwasser sich befanden, die Entwickelung der Mutterzelle (der Hüllhaut) vorherrschend, während in den langen engen Schläuchen eine durchsichtige Flüssigkeit sich befand, in der sparsam kleine Bläschen auftraten, die erst in den älteren Theilen des Schlauches zu längeren Gliedzellen auswuchsen. — War das Wasser mit Zucker oder Gummi vermischt, so ging sowohl die Bildung von Zellen ersten wie zweiten Grades und die dadurch hervorgebrachte wiederholte Scheidewandbildung rascher vor sich. Der Zellsaft war nicht so wasserhell, doch immer noch durchsichtig und nur bei wiederholter innerer Zellenbildung fand sich zwischen den zu Querscheidewänden sich aneinanderlegenden Zellenhäuten ein dichter Zwischenzellstoff, der später resorbirt wurde. — Befand sich das Gewächs an dem Gewebe einer lebenden oder absterbenden Pflanze, also ernährt durch eine Eiweifs oder Faserstoff enthaltende Flüssigkeit, so fand in dem dichten undurchsichtigen, gallertartig erscheinenden Nahrungsstoffe (blastema) eine rasche Bildung und Ausdehnung von hellen durchsichtigen Zellen statt, die längere Zeit durch jenen verdichteten Stoff getrennt wurden (m. auf einem Rosenblatte gewachsen, das in die Stengelhöhle einer *Dahlia* gebracht war).

Eine gleiche Verschiedenheit wie in der Ausbildung der vegetativen Theile des Gewächses, findet nun auch hinsichts der Entwickelung der für Reproductionszellen bisher genommenen Organe statt. Befindet sich nämlich ein solches aus der *Puccinia* entwickeltes Gewächs gänzlich von Flüssigkeit umgeben, z. B. in Zucker- oder Gummi-Lösung (h), so bekommen die äufsersten Enden der Aeste kuglige oder längliche Anschwellungen (k), die sich darauf von dem Aste trennen und den Zellen ähnlich, die man in dem Darmkanale des Kaninchens und des Coelogenys Paca findet, wie Hefezellen weiter wachsen (k′).

Findet dagegen die Entwickelung dieses Gewächses nicht innerhalb der Flüssigkeit, sondern nur auf einer feuchten Fläche statt, so dafs die aufwärts wachsenden Aeste in die Luft hineinragen, so bildet sich die als Gattung *Monilia* bekannte Form i.

Man erkennt schon an diesem einen Beispiele die grofse Abhängigkeit der Form der Zellen von dem sie ernährenden Stoffe, die bei diesen einfachen Organisationen leichter hervortritt, wie bei den durch eine Vereinigung verschiedenartiger Gewebe strenge an die Erhaltung des Gleichgewichtes der Thätigkeit Aller gebundenen zusammengesetzteren Organismen; und da man wiederum die verschiedenartige Wirkungsweise in der Lebensthätigkeit der so erzeugten verschiedenen Formen (k u. i) auf ein und denselben Stoff (eine Zuckerlösung) kennt: so ist auch wohl die Annahme gerechtfertigt, dafs dieser verschiedenen Wirkung eine verschiedenartige chemische Beschaffenheit der thätigen Membran selbst zu Grunde liege.

Ganz ähnliche Vegetationen wie an der *Puccinia* beobachtete ich an der als Zwischenform von *Puccinia* und *Phragmidium* zu betrachtenden unvollkommenen Ent-

wickelungsstufe des Letzteren (IIa. u. b.), wo aus jedem der durch Zellen zweiten und dritten Grades entstandenen Fächer ein Pilzfaden hervorwuchs.

Einen anderen noch auffallenderen Beweis von der Unbeständigkeit der Form, sowohl des Einzelwesens wie der aufeinanderfolgenden Geschlechter (in dem bisher gebräuchlichen Sinne) giebt ein Gewächs, das ich aus der Pollenzelle des *Lilium tigrinum* sich entwickeln sah. Legt man einen Staubbeutel dieser Pflanze an einen feuchten Ort (auf feuchtes *Sphagnum* oder nach Reisseck's Methode in die Stengelhöhle einer *Dahlia*), so wächst der Pollenschlauch III. B. aus der Pollenzelle A., so lange er innerhalb des Staubbeutels sich befindet, vielfach sich verästelnd, um die Pollenzellen herum, angefüllt mit einer durchsichtigen Flüssigkeit und einer grofsen Anzahl von Bläschen; über die Oberfläche des Staubbeutels erhebt sich einer (ob mehrere?) dieser Aeste zu einem langen, aufrechten, cylindrischen Rohre, aus dem gleichfalls aufrechte Aeste hervortreiben, die alle an der Spitze kuglig anschwellen, D, D′ und D″. Das Rohr wie die kuglige Anschwellung enthalten kleinere und gröfsere Bläschen, Zellen (2 und 2′, letztere aus dem zerrissenen Rohre herausgetreten gezeichnet), welche letztere indem sie sich berühren, die Scheidewände bilden. Alle die endogenen Zellen sind in einer sekundären Zelle des äufseren Schlauches, der Umhüllungshaut, enthalten, wie man bei D‴ sieht, wo beide Häute durch Diffusion getrennt sind. In der Gegend von x zerreifsen diese Häute der Kugel später ringsum E, E′ (bei E″ der stehenbleibende Theil zurückgebogen), so dafs die im Innern befindlichen Bläschen frei werden und eine centrale, mit dem Schlauche verbundene gröfsere Zelle zurücklassen, E″ (in welcher derselbe Vorgang sich noch einmal wiederholen kann, wie ich an einer anderen auf dem Fruchtfleische einer Pflaume gewachsenen, nicht ästigen Art beobachtete*).

In dem Theile B (Mycelium, Thallus) vergröfserten sich die darin enthaltenen Bläschen, wenn derselbe auf dem Parenchyme der inneren Oberfläche des Georginenstengels wuchs, und es fand eine Bildung von Scheidewänden und neuen Zellengenerationen statt, die bei dem mannigfaltigen Wechsel der Beschaffenheit des Inhaltes und des Zwischenzellstoffes dem ganzen Organe das verschiedenartigste Ansehen geben, von dem ich einzelne Abschnitte bei F, F′ zeichnete.

An einigen Pollenzellen, die ich unter Wasser brachte nachdem eben die Schläuche etwas hervorgetreten waren, beobachtete ich ähnliche Entwickelungen, wie die Fig. IV. gezeichnete.

Von den aus dem reifen Sporangium E hervorgetretenen Sporen a beobachtete ich die fernere Entwickelung einiger auf einer mit Wasser und etwas Georginensaft feucht erhaltenen Glastafel, andere brachte ich mit einem Stückchen Parenchyme der Georgine, auf dem ein Sporangium zerplatzt war, nochmals in eine andere Stengelhöhle der Georgine, durch einen Spalt hinein, den ich darauf fest verband, um Luft und Staub abzuhalten. — Die unter einem Deckgläschen unter Wasser befindlichen Sporen hatten sich nach 24 Stunden zu den bei b gezeichneten Formen vergröfsert; die innere Zellenbildung und fadenartige Verlängerung der Sporenzelle war nach 12 Stunden dort, wo die Ränder des Deckplättchens sie bedeckten, wie in c′ vorgeschritten; in der Mitte des Deckplättchens hatten sie eine der Unterhefe ähnliche Form c an-

*) Nach 10 Jahren wiederholte ich in Berlin diesen bei Hamburg angestellten Versuch und beobachtete dieselbe Mucorinee aus den gleichen Pollen hervorgewachsen.

genommen, die sich auch (wohl wegen des zu geringen Luftwechsels) hier nicht weiter vergröfserte, während jene bald unter dem Deckgläschen hervorwuchsen und dann an der Luft aufrechte Aeste trieben, die wie bei d′ monilienartig aneinandergereihte Sporen trugen. Die in entgegengesetzter Richtung im Wasser unter dem Deckplättchen fortwachsenden Aeste zeigten in ihrer Entwickelung keinen Wechsel. Diese beiden Formen des Pilzfadens, die ununterbrochen weiter wachsende und die an den Astenden in einzelne Glieder zerfallende sind ganz allein durch das entgegengesetzte Wachsthumsverhältnifs der Hüllhaut und der Tochterzellen bedingt. Ist das Wachsthum der Hüllhaut vorwiegend, so bildet sich der als Mycelium bezeichnete Faden, wird die Ausdehnung der Hüllhaut, bei gröfserer Entfernung des Astendes von dem feuchten Boden, in einer trocknen Luft verlangsamt oder unterbrochen, während die Tochterzellen, das Blastem assimilirend, sich zu entwickeln fortfahren, so entsteht das perlschnurartige Ansehen dieser, die sich von einander trennen, wenn der sie umhüllende Schlauch in Folge eines veränderten Feuchtigkeitszustandes zerreifst.

Es ist hieraus ersichtlich, wie wenig die als *Monilia* bekannten Formen, als Ergebnifs rein physikalischer Bedingungen, Anspruch machen können, in der Reihe der wirklichen Pflanzenarten zu stehen.

Neben jener ersten Form bildeten sich einige der in Fig. e, e′ gezeichneten, bei denen einzelne Glieder des jungen Pilzfadens sich stärker ausdehnen wie die übrigen, und sich mit einer trüben, körnigen Flüssigkeit und Bläschen füllen, während jene ganz von festen Stoffen entleert zu werden scheinen. Es hatten diese Bildungen grofse Aehnlichkeit mit der sich aus einem noch im Wachsthume begriffenen und unter Waser gebrachten Aste sich entwickelnden Form. Während nämlich die Spitze des Astes des fast noch unversehrten Gewächses unter dem Deckgläschen hervorwuchs und dann in der Luft zu einem Sporangium sich ausbildete, trieben seitwärts aus demselben mehrere dünne, ästige, an die Form des Thallus erinnernde Zweige n hervor, an denen sich gleichfalls zwei solche kuglige, mit Körnchen und Bläschen erfüllte Glieder o (in ausgebildetem Zustande o′) entwickelten. Hier beobachtete ich an diesen Gliedern keine späteren Umwandlungen; an den kleinen Gewächsen e, e′ trieben jedoch aus denselben wiederum Aeste f hervor, die sich vielfach verzweigten und die ursprüngliche Form vergröfserten, indem in gewissen Abständen einzelne Glieder g sich durch ihre besondere Entwickelung auszeichneten. Ein Versuch, diese Zellen g ohne Deckplättchen der Luft ausgesetzt weiter zu beobachten, mifsglückte; unter Wasser sah ich nach mehreren Tagen, nachdem die Entwickelung des Ganzen einige Zeit nicht weiter vorgeschritten war, aus den Gliedern g, von den fast unsichtbar gewordenen Zwischengliedern getragen oder auch von diesen abgetrennt, wieder Aeste hervorsprossen, doch verfolgte ich deren Entwickelung nicht weiter.

Von den Sporen a des aus der Pollenzelle entstandenen Gewächses, die in die Stengelhöhle einer *Dahlia* gebracht wurden, kann ich nur anführen, dafs sich nach acht Tagen auf dem Stückchen Zellgewebe an dem die Sporen hafteten, das Fig. p gezeichnete, dem *Gonatobotrys Corda* ähnliche, Gewächs (und nur dies, kein anderes) vorfand; da ich die Entwickelung desselben aus der Spore nicht überwachen konnte, kann ich nur die Möglichkeit einer solchen hinstellen. Hätte ich Uebergangsformen der sich entwickelnden Spore zu dem ausgebildeten Gewächse vorgefunden, so würde

es mit den übrigen Formen d und f einen neuen Zweifel gegen die Natur des *Aspergillum* als Pflanzenart abgeben, wobei man indessen allerdings zuzugeben hat, dafs vielleicht alle diese Formen d f p aus den Sporen a nur defshalb sich hervorbildeten, weil die nothwendigen Bedingungen zur Hervorbringung der Mutterpflanze fehlten, und dafs, wenn die Sporen in den natürlichen Verhältnissen diese treffen, die Erzeugung jener, folglich auch die Urzeugung von Pilzarten im Sinne Reisseck's stattfinde*). Fortgesetzte Versuche und Beobachtungen über diesen, für die Systemkunde so wichtigen und für die Kenntnifs der Lebensverhältnisse der Zelle so sehr fruchtbaren Gegenstand werden gewifs von jedem Forscher angestellt werden, und diese Frage der Entscheidung näher bringen.

Die bei meiner Untersuchung über die Entstehung der Hefe gemachte Beobachtung, dafs der Kern einiger Zellen während deren selbständiger Fortentwickelung aufserhalb des Organismus sich zu eigenthümlichen, den Umbildungen der Secretionszellen ganz unähnlichen Formen gestalte, brachte mich auf die Vermuthung: dafs jedes Glied der regelmäfsig gebildeten Pflanzenzelle zu einem anderen, der Entwickelungsstufe desselben entsprechenden, einfacheren oder zusammengesetzteren vegetativen Gebilde Veranlassung geben könne: die Mutterzelle zu einem anderen wie die Tochterzelle und der Zellkern, ebenso die Zellen verschiedenen Grades zu verschiedenen. Bestätigt sich diese Idee, so würde sie der Gruppirung der aus dem Reiche der specifisch verschiedenen Arten ganz auszusondernden Umbildungsformen der Thier- und Pflanzenzelle als natürlichstes Eintheilungsprinzip zu Grunde gelegt werden müssen.

Die verschiedenen Gewächse, die den ihre eigentliche Bestimmung nicht erreichenden Pollenzellen entwachsen, entsprechen ganz einer solchen Ansicht. Unter Umständen, die in Ernährungsverhältnissen oder in Entwickelungszuständen der Pollenzelle begründet sein können, bildet sich statt der einen *Mucorinee* eine gröfsere Anzahl einfacherer *Mucedines* zu den Gattungen *Cladosporium* und *Monilia* gehörender Formen, aus deren Keimung und fernerer Entwickelung ich Fig. V. a b c d e zeichnete. — Ohne Zweifel findet hier ein ähnlicher Unterschied statt, wie bei der *Puccinia* I. zwischen den Formen d, f, g und m, um so mehr bedaure ich, an dem Letzteren keine Reproduktionsorgane beobachtet zu haben.

*) Nicht aber wirkliche Urzeugnng.

Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Loranthaceen.

(Hierzu Taf. XIV. und XV.)

Botanische Zeitung 1852. Sp. 305.

I.

Entwickelung der Blüthen- und Blumentheile.

Diesen Beobachtungen diente eine in der Gegend Puerto Cabello's ziemlich häufige Pflanze, die ihrem Blumenbaue nach in die Abtheilung *Stratanthus* Mart. der Gattung *Loranthus* L. (Endl.) gehören würde, wenn nicht die Frucht stets einen mittelständigen Keimling in dem ziemlich bedeutenden Eiweifse besäfse. — Diese Eigenschaft zeigten mir mehrere aus der Gruppe der *Oscillantherae* Dc. untersuchten Früchte, vielleicht entbehren alle hierher gehörigen Arten des „embryo periphericus vel lateralis" und vereinigen auch die übrigen Eigenschaften der von mir aufgestellten Gattung *Passowia.*

Die Blüthenstände der *Passowia* entwickeln sich aus den blattachselständigen Seitenknospen oder aus der Gipfelknospe der Aeste in einer ähnlichen Weise wie die Blattknospen, nur zeigt sich eine Beschleunigung in der Anlage von Blattorganen und besonders eine vermehrte Knospenbildung bei minderer Verlängerung der Zwischenknoten. Wie dort sieht man in dem Gipfeltriebe die gegenüberstehenden kreuzweis geordneten Blättchen in unbegrenzter Wiederholung über die Oberfläche des cambialen Axengewebes sich erheben, während die Seitentriebe entweder ähnlich sich entwickeln oder, wie meistens der Fall ist, durch eine Blumenknospe begrenzt sind, neben der sich, auf sehr kurzen Stielchen, zwei seitliche Blumen, je von einem Deckblättchen bedeckt, erheben; also eine centripetale Verästelung mit centrifuger Verzweigung, eine Rispe.

Das jüngste oberste Blattpaar bedeckt stets nur den einfachen, halbkugligen Gipfeltrieb, doch schon in der Achsel des folgenden Blattpaares finden sich ähnliche nur kleinere Knospenanlagen, die als Seitenknospen den Gipfeltrieb unmittelbar berühren (ähnlich der Fig. 1) und mit demselben zusammen im Längendurchschnitt (Fig. 2) ein ähnliches Bild geben wie die schon in der Achsel des vierten Blattpaares neben der mittleren Knospe auftretenden Seitenknospen, die sich aus den Achseln der beiden Blättchen hervorbildeten, welche schon im nächsthöheren dritten Blattpaare neben der Knospe vorhanden, doch hier noch keine Achselknospen bergen. — Die mittlere Knospenanlage des fünften Blattpaares ist zum Theil bedeckt durch die Deckblättchen der neben ihr befindlichen Seitentriebe und mit diesen gänzlich ver-

hüllt durch das ihr zugehörige mit dem Aste verwachsene Deckblatt (Fig. 3). — In der Gipfelknospe schien der erste Seitentrieb eine wirkliche grundständige Achselknospe des der Hauptachse unmittelbar aufsitzenden Blattes; bald sieht man jedoch, dafs auch noch in dem Grunde dieser Knospe, und den benachbarten Blattorganen, wie in dem übrigen Gipfeltriebe die Zellenbildung nicht beendet ist; und durch die spätere Ausdehnung dieses cambialen Gewebes wird der Blattgrund in Vereinigung mit dem benachbarten Knospengrunde nicht unbeträchtlich über den Ast als Zweig erhoben, ohne dafs man defshalb ein Wachsen dieses Zweiges von oben nach unten anzunehmen berechtigt ist. Die Zellenbildung hört in dem sich entwickelnden Pflanzengewebe nicht schichtenweise plötzlich auf, sondern verlangsamt nach und nach in der Nähe der ausgebildeten Gewebe, während sie in den von diesen entfernteren Theilen lebhafter fortbesteht.

Zuerst in der Achsel des fünften Blattpaares, von der Spitze des Astes an gezählt, macht sich an dem fast halbkugelförmigen etwas abgeplatteten Gipfeltriebe die Andeutung des Kelches als einfache Kreisfalte bemerklich und gleichzeitig innerhalb desselben drei kleinere halbkugelförmige Erhebungen, die Andeutungen dreier Blumenblätter, von denen eins der Achse zwei dem Deckblatte zugewendet sind. (Fig. 1 und 2.)

In den beiden unterhalb der Endknospe aus den Achseln der beiden Deckblätter sich entwickelnden Knospen ist das Stellungsverhältnifs der Blumenorgane ein anderes, hier steht eins der drei zuerst erscheinenden Blumenblätter dem Deckblatte zugewendet.

Bald darauf entstehen zwischen den ersten drei Blumenblattandeutungen d. h. in demselben Kreise mit jenen abwechselnd, drei andere bis fast zur völligen Ausbildung der Frucht immer kleiner wie jene bleibende, mit ihnen die mittlere, noch flache Oberfläche der Knospenanlage ringsum begrenzend (Fig. 4). — Diese Theile der Blumenknospe wachsen bis zu einer ziemlich bedeutenden Gröfse bevor von den Geschlechtsorganen etwas zur Erscheinung kommt, die drei abwechselnd kleineren Blumenblätter haben durch Zellenvermehrung an Umfang zugenommen, so dafs sie fast bedeckt von dem gleichfalls vergröfserten Kelche, dessen Rand jetzt oft unregelmäfsig dreizähnig ist, über der mittleren Knospenoberfläche eine durch die drei gröfseren Blumenblätter geschlossene Höhle bilden (Fig. 5), wenn in der Achsel der Blumenblattanlagen kleine, halbkuglige Gewebegruppen als erste Andeutung der Staubgefäfse auftreten und zwar auch sie nicht gleichzeitig, sondern abwechselnd die in der Achsel der grofsen Blumenblätter befindlichen zuerst (Fig. b).

Sobald man an diesen Staubgefäfsanlagen den Faden- und Fachtheil unterscheiden kann, wölbt sich auch der mittlere Theil der Knospe und verlängert sich durch Vermehrung und spätere Ausdehnung der Zellen fast zu der Länge der übrigen Blumentheile. Die sechs Blumenblätter stehen in der ausgewachsenen Knospe in e i n e m Kreise und sind von gleicher Länge. Die Staubgefäfse dagegen die der Basis der Blumenblätter angeheftet und durch das später eintretende Längenwachsthum dieses Theiles mit ihnen eine Strecke vereinigt sind, lassen auch in der ausgewachsenen Blume durch ihre abwechselnd verschiedene Länge die verschiedene Zeit der Entstehung erkennen.

Die mit der Sonderung des Cambiums in die verschiedenen Gewebe der Knospe

gleichzeitig eintretende Bildung von Spiralfasern schreitet, wie jene, von dem Grunde der Knospe in die oberen Theile vor; es erscheinen im Grunde der Knospe zwei Kreise von diesen engen Spiralfasern und ihnen ähnlichen porösen Fasern, deren äufserer in sechs Bündel getrennt ist, die in die Blumenblätter sich verlängern und an der Trennungsstelle der Staubgefäfse gröfstentheils in diese abgehen, während der innere Kreis das Gewebe des Griffels durchzieht, wo er in der Narbe endet. Der Kelch und die Deckblätter bleiben ohne Fasern. Das den Grund des Griffels und der Blumenblätter umgebende Gewebe der Fruchtknotenoberfläche wächst ein wenig zu einem Griffelpolster in die Höhe (Fig. 10).

Zu der Zeit, wenn die am meisten entwickelten gipfelständigen Blumen der unteren dreiblumigen Zweige des Blüthenstandes diese Entwickelungsstufe erreicht haben, wird meistens die Bildungsthätigkeit der Gipfelknospe des Blüthenstandes unterbrochen und die kaum angelegten Deckblättchen und Blumenknospen werden von dem nächst vorhergehenden Zweige der Rispe überwachsen, wodurch dann der Blüthenstand das Ansehen eines begrenzten erhält.

Das zwischen dem innern Spiralfaserkreise befindliche Zellgewebe bildet sich nun in der weiblichen und männlichen Blume, die bisher nicht zu unterscheiden waren, sehr verschieden aus. Während in den Staubbeuteln der männlichen Blume die Bildung der Pollenzellen vor sich geht, erweitert sich in dem Markgewebe der weiblichen Blume von der Mitte des unterständigen Fruchtknotens bis zur Spitze des Griffels die Zellenreihe der Mittellinie: die Stärke verschwindet aus derselben, sie enthält eine trübe durch Jod sich gelb färbende Flüssigkeit, ihre Wandungen sind dünner und die horizontal sich berührenden werden resorbirt, während die Häute des angrenzenden, Stärke führenden Zellgewebes und zwar diejenige der Mutterzelle sich bedeutend verdicken; abgesehen von diesem letztern Umstande ist es die gewöhnliche Bildungsweise einer Gummi oder Harz führenden Faser. — Nachdem der Durchmesser dieser Faser mehr wie das Doppelte der ursprünglichen Zellen erreicht hat, beginnt auch ihre Wandung sich zu verdicken wie die des benachbarten Gewebes, ihr Inhalt ist eine gleichförmige Flüssigkeit, die durch Wasser getrübt und durch Jod zugleich gelb gefärbt wird (Fig. 12).

Vor der Entfaltung der Blumenblätter finden sich in dem untern Theile dieser hier schlauchförmig sich erweiternden Faser, Stärke enthaltende Bläschen und Zellen, die sich zu einem zusammenhängenden Gewebe vereinigen, zuerst die Wand der Faser bedecken und von hier bis zur Mittellinie sich ausdehnen, wo sie einen Zwischenzellgang frei lassen, der von dem mit einem Stärke enthaltenden Gewebe erfüllten Grunde des Schlauches, in dessen Mittellinie bis in die Spitze sich erstreckt. In den obern Theilen der Faser ist sowohl die Stärke- wie Zellen-Bildung geringer. Die zuerst entstandenen Zellen (die Generation in der im Grunde das Stärke führende Gewebe entsteht) dehnen sich hier einfach bis zur Mitte aus ohne mit endogenen Zellen erfüllt zu sein.

Nachdem nun der Blumenstaub auf die Narbe gelangt ist, verlängert sich der Pollenschlauch durch das Narbengewebe, dringt in diese mit Zellgewebe erfüllte Faser und verlängert sich in dem mittleren Zwischenzellgange bis auf dessen Grund: hier, umhüllt von dem mit Absonderungsstoffen erfüllten Gewebe, zu der Anlage des künftigen Embryo sich ausbildend (Fig. 14).

Wir sehen demnach hier die ungewöhnliche Erscheinung, dafs die Lebensthätigkeit der Keimsackzelle[1]) eine Faser übernommen hat, in welcher eine Entstehung von Zellen und Absonderungsstoffen die Aufnahme und Bildung des Embryo vorbereitet: wie ja auch andere physiologisch gleichwerthige Zellen und Fasern z. B. die Gummi führenden sich häufig in den Geweben verwandter Pflanzen vertreten (vergl. Vegetationsorgane der Palmen p. 173). — Ebenso ist auch das diese Faser enthaltende Organ durch seine Entwickelung und Stellung zu den übrigen Blumenorganen ein räthselhaftes und dessen Deutung: ob Samenknospe oder Fruchtblatt oder beides verwachsen, eine zur Zeit bei gänzlich mangelnder Kenntnifs analoger Verhältnisse jedenfalls schwierige Aufgabe. Nimmt man dasselbe als Samenknospe, so würde man einen der Eihüllen und des Fruchtblattes entbehrenden, dagegen zum Theil unmittelbar mit den Blumenblättern und Staubgefäfsen verwachsenen, von Spiralfasern durchzogenen Samenknospenkern haben: nimmt man es als Fruchtblatt, so würde es auch als solches sowohl durch die Entwickelungsweise[2]) als auch durch die unmittelbare Entstehung eines Organes aus seinem Gewebe, das sonst nur in der Samenknospe sich bildet, von allen bekannten Verhältnissen abweichen. Beide Schwierigkeiten sind gehoben, wenn man das den Keimsack umhüllende Organ als aus dem bei gleichzeitiger Entwickelung nicht gesonderten Gewebe der Samenknospe und des Fruchtblattes zusammengesetzt betrachtet, was auch den sonst unerhörten Fall mehrerer Keimsäcke bei *Viscum album* (bei *Viscum rubrum* und einigen andern Arten die ich hier untersuchte, war stets nur ein vollständiger Keimsack vorhanden), — als durch das Vorhandensein mehrerer nicht vom Fruchtblatte gesonderter Samenknospen hervorgebracht, dem gewöhnlichen Verhältnisse nähern würde. Die Entwickelung der Samenknospen der Loranthaceen (auch Misodendron?) würde sich dann zu der Entwickelung der Samenknospen der übrigen Phanerogamen wie der unterständige zum oberständigen Fruchtknoten verhalten. — Rückschreitende Metamorphosen und umfassendere Beobachtungen verwandter Bildungen werden erst diese Verhältnisse erklären können.

Das, nach der Befruchtung, in dem untern Ende des Keimsackes eiförmig erweiterte Ende des Pollenschlauches füllt sich bald durch Ausdehnung der in ihm enthaltenen Bläschen mit einem Zellgewebe an, das sich auch in den stielartigen nicht erweiterten Pollenschlauch hinein, nach oben hin eine Strecke fortsetzt (Fig. 14). Dann beginnt die Ausdehnung dieser und die Entstehung neuer Zellen; letzteres besonders in dem untern Ende des Pollenschlauches auf Kosten des in dem Keimsacke enthaltenen Gewebes, dessen Absonderungsstoffe während dieser Zellenbildung gänzlich verschwinden und zwar scheint die Entwickelung des Embryogewebes in gradem Verhältnisse zu stehen zu der Ausbildung des benachbarten Keimsackgewebes. In

[1]) Bei einigen von mir untersuchten Viscum-Arten: dem *V. rubrum* L. und dem *V. microstachyum* m (von dem *V. tetragonum* DeC., besonders durch die zu dreien stehenden Aehren verschieden) findet sich eine einfache Keimsackzelle in der Mittellinie des Fruchtknotengrundes (vergl. Fig. 27), in der sich Zellgewebe bildet, dessen oberer Theil zur Aufnahme des Embryo bestimmt ist und denselben hier auch später als Eiweifs einhüllt, während der untere Theil dem oberen nur als Träger, gleichsam als Stiel dient (27b.). An der Keimanlage verschwindet sehr bald der Rest des Pollenschlauches (dessen Hinabwachsen ich hier nicht verfolgte), es ist anfangs ein kugliges Körperchen das später cylindrisch wird, worauf in bekannter Weise einerseits die beiden Samenlappen, anderseits das Würzelchen sich hervorbilden.

[2]) Die Entwickelung des Fruchtblattes ist sonst überall, so viel ich gesehen (vielleicht mit Ausnahme der *Langsdorffia*, dessen erste Entwickelungszustände mir noch fehlen), im Wesentlichen ganz die des Blattes.

der Spitze des eiförmigen Endes des Pollenschlauches, die in dem mit Absonderungsstoffen stark erfüllten Gewebe liegt, findet eine sehr thätige Zellenbildung statt, während in dem oberen Theile desselben, der von dem grofszelligen Gewebe des Keimsackes begrenzt ist und lange von ihm bedeckt bleibt, die Thätigkeit der Zellen des Keimlinges fast nur auf Vergröfserung sich beschränkt, die Zellenbildung sich langsam, wie die Resorption der Keimsackzellen, in die obern Theile hin fortsetzt. Das Auflösungsprodukt der in dem Keimsackgewebe enthaltenen Stärke dient nicht unmittelbar zur Ernährung des Embryogewebes, sondern wird vorher zur Entfaltung des Zellkernes verbraucht, der sich mit Fettbläschen füllt[1]), die man in dem Keimsackgewebe, anfangs neben der Stärke, endlich allein nur, in den Zellen findet, deren Häute klebrig und zähe werden und den cambialen Embryo umhüllen. Das eiförmige Ende des Embryo (das eigentliche punctum vegetationis, der spätere cauliculus) ist nach unten etwas zugespitzt ausgewachsen, nach oben abgerundet (Fig. 15), innerhalb der hier grofszelligen Oberhaut, deren Fortsetzung, den obern für das Wurzelende bestimmten Theil des Pollenschlauches, bis zu dem aus zwei langgestreckten Zellenreihen bestehenden Aufhängefaden allein anfüllt.

Eine Andeutung von Samenlappen ist zu dieser Zeit noch nicht vorhanden, das Embryokörperchen vergröfsert sich allseitig, besonders aber an dem Scheitel, und nach Aufsaugung des Keimsackgewebes beginnt in dessen Umkreise das cambiale Gewebe über die Oberfläche ringförmig hervorzuwachsen (Fig. 16). Bald erkennt man auf demselben in zwei gegenüberstehenden Halbkreisen die ersten Andeutungen der Samenlappen, die sich fortwährend durch endogene Zellenbildung vergröfsern und über die Spitze des Keimlinges zusammenwölben (Fig. 17); sie bestehen jetzt und bis sie vollkommen die Form des erwachsenen Zustandes angenommen haben, aus ähnlichem cambialen Gewebe, wie die zwischen ihnen eingeschlossene Gipfelknospe, an dem nur die Oberhautzellen etwas verändert hervortreten: dann erst beginnt die Entfaltung des Zellgewebes, die Sonderung in Faserbündel und Parenchym, die Bildung von Absonderungsstoffen, einer grünen harzigen Flüssigkeit, in welcher Fettbläschen sich befinden, in einigen Zellen, Chlorophyll und Stärke in anderen (wie es schien, bilden sich die erstgenannten Stoffe immer in der Kernzelle derjenigen, die letztere enthalten), und zwar von dem Stengelchen beginnend und nach der Spitze hin vorschreitend. Ebenso tritt nun, mit der Ausbildung der Samenlappen nach der andern Seite des Stengelchen hin, die Entwickelung des Wurzelgewebes, durch Entstehung neuer Zellen in dem vorhandenen grofszelligen Gewebe[2]) ein, sehr allmählig gegen den Aufhängefaden hin sich ausbreitend, den man bis zur einer sehr vorgeschrittenen Entwickelung des Keimlings, noch immer von den Resten des Keimsackes bedeckt, unterscheiden kann.

Erst an dem schon völlig entwickelten Keimling erreicht der Zellenbildungsprozefs die dann abgestumpfte Wurzelspitze; man erkennt hier dann noch die bis da-

[1]) Von dem Vorhandensein einer das undurchsichtige Fettkügelchen umgebenden Zellhaut überzeugt man sich, wenn man die mit diesen Fettbläschen gefüllte Mutterzelle einige Zeit mit Oel in Berührung läfst, welches die Membranen durchdringt, mit dem fettigen Inhalte der Bläschen sich vermischt, dadurch die Häute dieser ausdehnt, die dann der Wandung der Mutterzelle das Ansehen einer porösen Zelle geben (Fig. 15 a u. b.

[2]) Dies grofszellige Cambium erinnert sehr an das Würzelchen der Keimpflanze der *Zamia muricata* und der Coniferen, so wie an das cambiale Markgewebe der Letzteren von dem Podocarpus zeichnete ich dasselbe: „Vegetationsorgane der Palmen t. 10. fig. 5.“

hin den Aufhängefaden begrenzenden Zellen, die jetzt durch die unter ihnen stattgefundene Zellgewebebildung an dieser Stelle, der eigentlichen Wurzelspitze, etwas auseinander treten (Fig. 21), sich über jenes Gewebe — wie die Zellen der Eihülle in der Mikropyle über den Eikern — zusammenwölbend. Das den Keimsack umgebende Fruchtblatt-Gewebe hat sich inzwischen mit Stärke angefüllt, das in den Kernzellen entsteht, während die Mutterzellen verflüssigt werden; welches Auflösungsprodukt ohne Zweifel z. Th. zur Ernährung des Embryogewebes dient.

Die äufsere Schicht dieses Stärke haltigen Gewebes (Eiweifses) ist sehr grofszellig und mit einem ölig-schleimigen Stoffe angefüllt; diese Zellen dehnen sich zur Zeit der Fruchtreife bedeutend aus und veranlassen wahrscheinlich, dafs die äufsere Hülle der Frucht (die zu dieser Zeit mit einem rothen Farbstoffe angefüllt ist), abgestreift wird; es bleibt diese Schicht dann mit den zu den Blumenblättern gehenden Faserbündeln (durch welche der Same schwach sechskantig wird), als Samenhülle auf dem Stärke haltigen Eiweifse.

Aufserhalb dieser Schicht hat sich während der Ausbildung des Keimlings im obern Theile der Frucht, innerhalb des die Blumenblätter umgebenden Discus, eine Gewebeportion gleichfalls eigenthümlich ausgebildet, um einem mechanischen Zwecke zu dienen. Fig. 10 und 13 v. Die Zellen dieser Schicht dehnen sich während ihres Wachsthumes sehr in die Länge, und zwar in horizontaler Richtung auf die Fruchtknotengewebe, mit Stärke, Chlorophyll und andern weniger leicht kenntlichen Absonderungsstoffen angefüllt bildet sich in ihnen, während sie ihre eigenthümliche Form annehmen, ein in kleinen Bläschen enthaltener harziger Stoff, der später gleichfalls gänzlich verschwindet, während dann die Zellenhäute aufgequollen-gallertartig erscheinen, zähe und klebrig sind und nach dem Abstreifen der Fruchthülle besonders dazu dienen den Samen an dieser Seite (der des Würzelchens) an die Gegenstände fest zu kleben, mit denen sie durch den Wind, vielleicht auch durch Thiere, getragen in Berührung kommen. Dafs die Verbreitung dieser Früchte durch Vögel, denen die Hülle als Nahrung dient, bewerkstelligt würde, habe ich nie beobachtet, glaube dies auch nicht, da ich auch an Samen, die ich sehr entfernt von einer Mutterpflanze antraf, nie das im Eiweifs befindliche Stärkemehl irgend so verändert fand, als ob es eine Digestion erlitten hätte; es mufsten wohl diese Samen nur durch Ankleben an Thiere fortgetragen sein.

II.

Das Keimen des Samens der Passowia.

(Hierzu Taf. XV.)

An den fast wagerechten Aesten der Terminalia oder den schräg aufsteigengenden der *Citrus*, der *Hura* etc., findet man häufiger den Samen an deren untere als obere Seite angeklebt, wahrscheinlich weil meistens beim Regnen die Samen aus der Fruchtschale hervorquellen, herabfallen, und dann an der genäfsten Rinde der Pflanze, die sie treffen, herabgleiten, doch wegen der verstärkten Adhäsion von derselben nicht herabfallen.

Das Oel der innern groſszelligen, jetzt als Samenhülle dienenden Schicht, ist an den von der Fruchthülle befreiten Samen, dort, wo es nicht von dem Viscingewebe bedeckt ist, verschwunden; wahrscheinlich gemeinschaftlich mit dem übrigen eiweiſsartigen Inhalte, durch die von auſsen aufgenommene Feuchtigkeit gelöst, dem Eiweiſs und Embryogewebe zugeführt. — Der an dem vordern Ende des Samens unter den Viscinzellen befindliche Antheil wird bei der Ausdehnung des Würzelchens durchbrochen und läſst dann den flüssigen schleimig-öligen Inhalt ausflieſsen, der zwar ringsum das hervorgetretene Ende des Würzelchens netzt und so das Eindringen der Luft zwischen Samenlappen und Eiweiſs hindert, doch der Adhäsion folgend in dem durch das Ankleben des Viscin an den fremden Körper gebildeten Winkel sich ausbreitet, vielleicht gleichfalls die Befestigung befördernd, vielleicht auch chemisch bei dem Eindringen des Würzelchens in die Unterlage, wenn es eine geeignete, lebende mit Säften durchdrungene ist, behülflich. Das gradlinig aus der Mittellinie des Samens hervorgetretene Wurzelende des Keimlings krümmt sich stets nach der Unterlage hin, ganz unabhängig von der relativen Richtung zur Erde; wie ich vermuthe, veranlaſst durch jene aus den Zellen der Hülle hervorgetretene Nahrungsflüssigkeit[1]): doch sobald das Würzelchen an der Unterlage sich befestigt hat, gleicht sich die Krümmung des Stengelchens wieder aus und richten sich die Samenlappen mit dem Rest des Eiweiſses, der ihre Spitze noch umgiebt, so daſs sie mit dem Wurzelende eine grade, auf das Mark des Astes an dem das Pflänzchen haftet, senkrechte Linie beschreiben.

Das Stärkemehl des Eiweiſses wird während dieser Entwickelung der Samenlappen gänzlich aufgelöst; die Thätigkeit der das Eiweiſs berührenden Oberhaut ist hier sehr verschieden von derjenigen der in der Knospe vorhandenen Organe, sie ist hier wie die innern Zellschichten mit Stärke angefüllt, während in den aus dem Eiweiſs hervorgetretenen Theilen sich Chlorophyll befindet. Dieser Umänderung entspricht auch die Bildung der Spaltöffnungen, die, in der Spitze der im Eiweiſse befindlichen Samenlappen kaum angedeutet, der Grenze näher zwar angelegt, jedoch noch nicht der Luft geöffnet (p. 206 habe ich ausführlicher die ähnliche Bildung der Spaltöffnungen der Aloe beschrieben, die ich hiermit zu vergleichen bitte), an den mit der Luft in Berührung getretenen Theilen erst vollständig entwickelt sind, da hier die mittlere, dann luftführende Zelle auſsen und innen durchbrochen, die beiden benachbarten halbmondförmigen, mit Chlorophyll angefüllten, von den daneben befindlichen überwachsen, wodurch die äuſsere Spaltöffnung dann im Grunde der dadurch hervorgebrachten Grube liegt. In demjenigen Entwickelungszustande, wo die zur Spaltöffnung gehörenden Zellen in der dem Eiweiſse eng anliegenden, mit demselben fast verwachsenen Oberhaut eben erst angelegt sind, die mittlere, später als Luftgang dienende Zelle, noch mit Flüssigkeit erfüllt ist, wird man leicht auf den Ort dieser Zelle geführt, wenn man das Gewebe, nachdem es einige Zeit im Wasser gelegen, mit verdünnter Schwefelsäure in Berührung bringt, da dann die gleichförmige, glashelle, durchsichtige Hüllhaut, die bis dahin überall von den Oberhautzellen gleichmäſsig abgehoben wird, hier dieser Zelle fester anhaftet. Ueberhaupt erleichtert man sich die Erkennung der Struktur der Spaltöffnung sehr durch die Anwendung der Schwefelsäure, da die eigentliche Spaltöffnungs-

[1]) In der Nähe dieser ist auch die weiter unten erwähnte Haarbildung vorherrschend.

zelle dadurch nicht angegriffen, vielmehr ausgedehnt und in ihrer eigentlichen Form erkannt wird: während die benachbarten, denen sie eng anliegt, durch diese Säure aufquellen, jene zusammengedrückte Zelle entfalten und endlich sich auflösend diese zurücklassen [1]).

Die Entstehung der Spiralfasern beginnt mit der Sonderung der Gewebe in der Gegend des zuerst vorhandenen Embryokörperchens, dem obern Theile des cauliculus, das Gewebe des Markes und der Rinde füllt sich mit Stärke und Chlorophyll; in den Stärke enthaltenden Zellen bildet sich später in der auswachsenden Enkelzelle eine grüne schleimige Flüssigkeit, in der sich eine grofse Menge Bläschen und Körperchen in Molecularbewegung befinden (Fig. 24a.), besonders zeichnet sich am untern Ende des Würzelchens eine einfache oder doppelte Schicht, später zum Theil sehr grofser Zellen (Taf. XV. Fig. 2, 6a.), unterhalb der Oberhaut aus, die mit diesem Stoffe gänzlich angefüllt sind und von dem sie während der Entfaltung der Samenlappen und des Anwachsens des Würzelchens nach und nach entleert werden.

Das Anwachsen des zu dieser Zeit an dem untern Ende abgeplatteten Würzelchens geschieht, wenn es durch die Krümmung des Stengelchens den fremden Körper, an dem der Same anklebte, berührt, dadurch, dafs das Rindenzellgewebe in der Nähe der Basis, oberhalb der hier in zwei Schichten befindlichen, Fettbläschen enthaltenden Zellen, sich in die Länge und etwas nach aufsen streckt, wodurch die untere Fläche concav wird, während gleichzeitig die an diesem Rande befindlichen Oberhautzellen haarartig sich über die Oberfläche verlängern (Taf. XV. Fig. 2b.h. u. 1b.h.) und, sich über den fremden Körper ausbreitend, diesem so innig anwachsen, dafs dadurch das Keimpflänzchen an seine Unterlage sehr haltbar befestigt wird. Ist es die Borke einer Baumrinde an der der Same anklebte, so bleibt stets ein Theil der Korkzellen an dem Rande des Wurzelendes haften, wenn man zu dieser Zeit das Pflänzchen abreifst.

Dieser Rindenthätigkeit entsprechend fährt inzwischen auch das Cambium, besonders in der Mittellinie der untern Wurzelfläche fort sich zu vermehren, es nähert sich der Mittelpunkt der concaven Wurzeloberfläche immer mehr der Unterlage, und das cambiale Gewebe durchwächst hier die durch das Abfallen des Aufhängefadens zurückgelassene Oeffnung der Hüllhaut, während das an diese grenzende Oberhautgewebe gleichfalls sich an die Unterlage anlegt und durch seine sich verlängernden Zellen, wie der zuerst sie berührende Rand mit ihr innig verwächst.

Das Hervorwachsen des Cambiums aus der Oeffnung des von der Hüllhaut bedeckten Oberhautgewebes der Wurzelspitze ist sehr leicht zu beobachten, wenn man von eben angewachsenen Samen Längenschnitte durch die Mittellinie unter das Mikroskop bringt; jedoch ist es mir bisher nicht gelungen zu sehen, auf welchem Wege dies Gewebe in den fremden Körper eindringt.

Sehr leicht scheint das Eindringen des Zellgewebes des Parasiten in die Borke

[1]) Beim Viscum, dessen Arten nicht die verlängerten Haftwurzeln und die Borkbildung, dagegen ein stärker entwickeltes Oberhautsystem besitzen, befindet sich unter der Spaltöffnungszelle, die hier die Luft nicht durch einen Spalt, sondern eine kreisförmige Oeffnung dem Zellgewebe zuführt, — ein grofser Zwischenzellgang, der sich bei Berührung des Gewebes mit Schwefelsäure, mit Kohlensäure füllt (eine Luftart, die durch Wasser oder Ammoniak schnell resorbirt wird), die denselben blasig ausdehnt (Fig. 26); die diesem Luftraum angrenzenden und ihn bildenden Zellenwände widerstehen den Einwirkungen der Schwefelsäure fast ebenso wie die luftführende Spaltöffnungszelle selbst.

lebender Pflanzen geschehen zu können, sehr schwierig in solche lebende Organe die noch von der Hüllhaut bedeckt sind, gar nicht in todte Pflanzenkörper.

Im letztern Falle findet man stets das der Innenrinde entsprechende Gewebe der untern Wurzeloberfläche ähnlich in die Länge gestreckt, wie das äufsere, doch abgesondert von diesem (Taf. XV. Fig. 1 a. st.); so dafs das mittlere, aufsen grofszellige Cambium von zwei wulstigen Ringen des Rindengewebes umgeben ist, deren Oberhautzellen etwas in die Länge gestreckt sind, und dafs die den fremden Körper berührende Oberfläche dieser verschiedenen Theile eine zusammenhängende Fläche bildet. In der Mitte des untern Endes des Cambiumgewebes bildet sich endlich eine Höhle (ähnlich wie in der Mitte des cambialen Markgewebes später hohl werdender Stengel), während seine äufsern Schichten sich parenchymatisch vergröfserten; alle Gewebe des Würzelchens sind fast leer von Absonderungsstoffen, deren letzte Reste zur Entfaltung der vorhandenen Gewebe verbraucht zu sein scheinen.

Klebte der Same an die noch mit einer Hüllhaut bedeckte lebende Pflanze, so sind die Erscheinungen den eben beschriebenen meistens sehr ähnlich, nur die Oberhautzellen des Wulstes der Innenrinde sind gewöhnlich zu langen Haaren ausgewachsen (Taf. XV. 1 b. r.), ähnlich den Haarwurzeln der Zellpflanzen, — die den hier gröfseren Raum zwischen dem innern und äufsern Wulst ausfüllen: oder das centrale Cambium hat die Oberhaut der fremden Pflanze durchwachsen und, unter ihr sich ausbreitend, sie ringsum in die Höhe gehoben. Die Ursache dieses verschiedenen Verhaltens des Keimpflänzchens auf demselben Pflanzentheile habe ich nicht durch Beobachtung ermitteln können; nicht unwahrscheinlich scheint es mir, dafs hierbei zufällige oder regelmäfsige Verletzungen der Hüllhaut, z. B. das Abfallen der Oberhautanhänge, denen zugleich stets eine Bildung von Borkenzellen folgt, mitwirken und das Eindringen des Parasitengewebes in einem Falle erleichtern, während dies ein andermal nicht eintritt[1]).

Zuweilen finden sich Pflänzchen die auf der Borke der lebenden Pflanze haften, an denen die Bildung des innern Wulstes (der Innenrinde) nicht eingetreten ist, wahrscheinlich weil unmittelbar nach der Berührung des mittleren Theiles der sich verflachenden Wurzelbasis das Cambium des Parasiten aus dem Gewebe der Unterlage Nahrung schöpfte, sich vermehrte und in dem lebenden Theile desselben ausdehnte, wodurch die äufsern abgestorbenen Zellenschichten gehoben wurden und die Oberfläche der Wurzelbasis berührten, bevor noch diese ihr entgegenwachsen konnte (Taf. XV. Fig. 1). Dies scheint jedoch nur in seltneren Fällen einzutreten, gewöhnlich finden sich zwei wulstige Ringe mit lang ausgewachsenen Oberhautzellen, die wohl wahrscheinlich nicht allein dem jungen Pflänzchen als Haltpunkte dienen; sondern ihm auch durch die während ihres Wachsthums aufgenommenen Stoffe eine Nahrungsflässigkeit bereiten, die seine Lebensthätigkeit so lange erhält bis das zur Saftaufnahme bestimmte Gewebe des Parasiten mit dem lebendigen Zellgewebe der Nährpflanze in Berührung gekommen ist. Meine früher mit Palmenwurzeln angestellten Versuche (Ve-

[1]) Einmal fand ich auch in der Aufsenrinde eines abgestorbenen Astes der *Poinciana* eine Gruppe der verlängerten Oberhautzellen eingedrungen, doch füllten sie wahrscheinlich nur einen schon vorhandenen Spalt aus. Mir scheinen diese Haare in ihrer Wirksamkeit für das Individuum zu vergleichen zu sein mit den Wurzeln der epiphyten Orchideen, Bromeliaceen, Pandaneen, Aroideen, Filices etc. und den Haarwurzeln der Zellenpflanzen, die alle als Haftorgane dienen und keine Säfteentziehung der lebenden Unterlage, wenn auch örtliche Verminderung der luftförmigen Nahrungsstoffe für dieselbe, veranlassen.

getationsorgane der Palmen p. 127 u. f.) lassen mich vermuthen, dafs die haarförmige Verlängerung der Oberhautzellen von einer Kohlensäureaufnahme derselben begleitet war, was auch mit dem Verschwinden der Stärke in dem Gewebe des Parasiten übereinstimmt, da eine stickstoffreichere Nahrungsflüssigkeit deren Bildung vermittelt haben würde, zumal da das Oberhautgewebe des jungen Pflänzchens schon entwickelt und durch Zuführung von Kohlensäure zu dem Parenchyme thätig war.

Durch diese Thätigkeit der Oberhautzellen scheint nie das zwischen den Samenlappen befindliche Knöspchen entwickelt zu werden; war dies entfaltet, so trifft man stets auch das centrale Cambium des Parasiten mit dem lebenden Gewebe der Nährpflanze in Wechselwirkung, in diesem Falle änderten sich gänzlich die Lebenserscheinungen der Gewebe jenes, was besonders auffallend an dem Cambium bemerklich ist; in diesem hört dann die wiederholte endogene Zellenbildung in einem kleinzelligen, durch stickstoffreiche Flüssigkeit getrübten Gewebe auf: die Zellen des noch vorhandenen Cambiums dehnen sich aus, bilden ein dünnwandiges Parenchym, gefüllt mit wasserheller Flüssigkeit und Stärke, die äufsersten Schichten dehnen sich je nach der Aufsaugbarkeit der benachbarten Gewebe, entweder zu längeren cylindrischen Zellen aus, in die Fasern, Gefäfse und Zwischenzellgänge dieses hinein: oder es entstehen auch in ihnen, wie in den weiter nach Innen befindlichen Schichten, neue Vegetationszellen, deren Vermehrung und Wachsthum sehr langsam vorschreitet. Die Verflüssigung des Gewebes der Nährpflanze findet in der Weise statt, dafs, — ähnlich wie bei der Resorption des Rindenparenchyms vor der Wurzelmütze einer unter ihr entstandenen Nebenwurzel, — zuerst aus den der Parasitenwurzel benachbarten Zellen die Absonderungsstoffe verschwinden, dann die Zellenwände dünner werden, eine gelbliche Farbe annehmen, vor dem sich ausdehnenden Gewebe des Parasiten zusammengedrängt und endlich auch sie verflüssigt werden. Ob die chemische Beschaffenheit der das Gewebe des Parasiten tränkenden Nahrungsflüssigkeit bei diesem Vorgange thätig ist, oder ob allein der veränderte und vermehrte Saftflufs in der Nährpflanze, deren Gewebe hier nicht mehr wie früher von der Rinde aus zugleich mit den von der Wurzel kommenden Stoffen ernährt wird, die Ursache der Verflüssigung der Gewebe ist, kann die Beobachtung bis jetzt nicht entscheiden; sicher ist es, dafs die mit einer Hüllhaut und Oberhaut versehenen Pflanzentheile schwerer, vielleicht gar nicht, so lange jene unversehrt sind, durchwachsen werden: dafs die Aufsaugung des Rindenparenchyms am schnellsten vor sich geht, dafs die Holz- und Bast-Fasern gleichfalls verflüssigt werden, doch langsamer wie letzteres. Die Bastbündel der Rinde sieht man gewöhnlich eine längere Strecke von dem Parasitengewebe umwachsen und in den Holzkörper dringt dasselbe sehr wenig ein; ist die Wandung einer der weiten Holzfasern der Nährpflanze an einer Stelle durchbrochen, so wachsen die Zellen des Parasiten haarartig zu langen, mit heller Flüssigkeit (die durch Jod gelb gefärbt wird) erfüllten Cylindern, ähnlich den Auswüchsen der Oberhaut der Wurzelbasis, in dasselbe hinein und füllen es eine längere Strecke an.

Zuweilen bilden diese Cylinderzellen eine ganze Schicht an dem untersten Ende des Parasitengewebes, indem die Zellen parallel der Achse des Parasiten, also senkrecht auf den unter ihnen befindlichen Zweig der Nährpflanze stehen. Specifische Absonderungsstoffe d. h. Sekretionszellen sind dann in dem Wurzelgewebe des Parasiten fast nicht vorhanden, die Holzfasern sind von wenigen der grofsen Cambium-

zellen umgeben. Nach Analogie der Erscheinungen an den künstlich ernährten Palmenwurzeln zu urtheilen, scheint das Gewebe des stickstoffhaltigen Nahrungssaftes der Nährpflanze zu entbehren und vorherrschend auf Kosten der freien Kohlensäure, die in deren Gewebe enthalten ist, ihre Zellen ausgedehnt zu haben.

In anderen Fällen, besonders so lange das Gewebe des Parasiten noch in dem Rindenparenchym der Nährpflanze sich befindet, sind gar keine Cylinderzellen in dem äufseren Wurzelgewebe vorhanden; deren Stelle nimmt ein helles, dünnwandiges, Zellkerne führendes Parenchym ein, gleichgeformt und wohl unzweifelhaft gleichwerthig dem das Holzgewebe des Würzelchens umgebenden grofszelligen Cambium; von diesem wird es getrennt durch ein ähnliches doch reichlich mit Stärke angefülltes Gewebe, die sich neben Chlorophyll auch in dem Marke und Rindengewebe des Stengelchens findet. Höchst wahrscheinlich ist es, dafs diese Bildungsthätigkeit unterhalten wird durch den Zuflufs des stickstoffhaltigen Nahrungssaftes der Nährpflanze und dafs, wenn dieser spärlicher vorhanden und die Gewebe sich zum Theil mit Gasen füllen, durch die in die Wirkungsweite des cambialen Wurzelgewebes dann vorherrschend vorhandene Kohlensäure, die durch vielfältige Beobachtungen erkannte Erscheinung eintritt, dafs diese Zellen in ihrer bildenden Thätigkeit unterbrochen werden: dafs sie sich dagegen, während die in ihnen enthaltenen Sekretionszellen aufgelöst werden, in die Länge strecken, bis zur cylindrischen Form und zwar dies die äufsersten Schichten zuerst; diese sind dann, ähnlich den äufsersten Zellen der Wurzelmütze, vermittelst des flüssigen Inhaltes, die Sammler der luftartigen assimilirbaren Stoffe, die nach jeder Aufnahme von Feuchtigkeit, nach jedem Regen etc., dem benachbarten Gewebe mitgetheilt werden, welche sie in einen kohlenstoffreichen Antheil, die Stärke und Zellenmembran, und eine stickstoffreichere Flüssigkeit sondert, die in dem nächst innern Gewebe eine Zellenvermehrung und Entstehung neuer poröser Zellen veranlafst, die eine Verlängerung der schon vorhandenen Holzzellen und Holzfasern bilden. — Dieser Vorgang pflanzt sich, wahrscheinlich bei Fortdauer derselben Bedingungen, immermehr auf die inneren Zellenschichten fort, bis endlich nur die, die Holzfasern des Wurzelendes zunächst umgebenden Zellenschichten noch endogene Zellen führen, alles unter ihnen befindliche Gewebe aus Cylinderzellen besteht, was scheinbar einen Zustand der Ruhe herbeiführt, bis später eine erneute lebhaftere Saftbewegung in der Nährpflanze auch in dem benachbarten Gewebe des Gastes eine Erneuerung der Bildungsthätigkeit ermöglicht.

Welche Stoffe dem entfernteren Gewebe zugeführt werden? ob diese in den Wurzelzellen entstandene Verbindung organischer und unorganischer Stoffe? oder die während der theilweisen Assimilation dieser durch endogene Zellen verflüssigten Häute der Mutterzellen? hierüber, wie über fast alle physiologischen Vorgänge, läfst sich zur Zeit noch keine nur einigermafsen begründete Vermuthung aufstellen.

Dies Eindringen des Gewebes des Parasitenwürzelchens in den Körper der Nährpflanze ist jedoch nicht von langer Dauer, selten, wie schon erwähnt, dringt es tief in dem Holzcylinder derselben und bald entstehen Organe, die die später eintretende gänzliche Hemmung seiner Thätigkeit für das Fortbestehen der Pflanze unschädlich machen. Schon nach der Entwickelung des vierten oder fünften Blattpaares beginnt in einer Gruppe des Cambiums des Wurzelendes, nahe über der Basis, eine vermehrte Zellenbildung, die sich über das benachbarte Rindengewebe ausbreitet,

so dafs die Oberfläche der Rinde an dieser Stelle durch eine geringe Erhebung schon den in ihr stattfindenden Vorgang erkennen läfst (Taf. XV. 5a.). Die endogene Zellenbildung im Rindengewebe erstreckt sich bis in die Zellenschichten, die den grofsen, unter der Oberhaut befindlichen, oben beschriebenen Fettbläschen enthaltenden Zellen angrenzen. In jenen selbst, — die jetzt noch mit einer Flüssigkeit erfüllt sind, in der kleine in Molekularbewegung befindliche Körperchen vorkommen[1]), — so wie in den Oberhautzellen tritt keine Entstehung neuer Zellen ein, sie werden jedoch, sobald diese Neubildung bis auf die zunächstliegenden Zellenschichten sich fortgepflanzt, ihres Inhaltes entleert und nehmen eine braune Farbe an; in den darunter liegenden Zellenschichten, die mehr nach dem Mittelpunkte der ganzen Cambiumgruppe, wo die lebhafteste Zellenbildung stattfindet, kleiner sind, haben sich in jeder Zelle zwei andere gebildet, die eine helle Flüssigkeit enthalten und sich in den Raum der Mutterzelle theilen, indem sie denselben durch eine Scheidewand trennen. In den etwas mehr nach innen befindlichen Schichten sieht man diese beiden Tochterzellen (?) noch abgerundet und in einer farblosen, etwas körnig getrübten Flüssigkeit, die bis zu deren völligen Vergröfserung resorbirt wird. Diese Zellenbildung schreitet von aufsen nach innen schichtweise in der cambialen Zellengruppe vor, verbreitet sich zugleich von der die Oberhaut berührenden Spitze nach den dem Rindenparenchyme angrenzenden Seiten und es folgt in eben dieser Richtung der vollständigen Theilung der Mutterzellen durch die beiden Tochterzellen eine braune Färbung ihrer Häute, wie sie schon die Oberhautzellen angenommen haben, ganz wie bei dem regelmäfsigen Bildungsgange des Korkes oder der Lenticellen. Während diese Umänderung der Zellenschichten des äufseren Umkreises sich auf die innern zunächstliegenden fortsetzt, beginnt von der das Holzcambium berührenden Seite aus, gleichfalls eine Sonderung des Gewebes dieser Zellengruppe in inneres und äufseres Parenchym, dafs durch eine Cambiumschicht, in der sich poröse Fasern bilden, getrennt wird. Die Gröfse dieser jetzt ei- oder kegelförmigen neuen Gewebegruppe vermehrt sich während dieser Vorgänge so, dafs die äufsere, braungefärbte, jetzt 8—10 Zellenschichten dicke Borke über deren Scheitel berstet und jene, die begonnenen Gewebebildungen an der Oberfläche und im Innern fortsetzend, durch den Rifs hindurch sich nach aufsen wurzelartig verlängert, worauf sie meistens auf der Rinde der Nährpflanze, ohne Blätter zu entfalten, ähnlich den Wurzeln der Orchideen, Bromelien, Aroideen etc., fortkriecht, von denen sich dies Organ, wie von allen ächten Wurzeln, wesentlich durch den in seiner Entwickelungsweise begründeten Mangel einer Wurzelmütze unterscheidet.

Auch aus der Rinde des Stammes und der jüngern und jüngsten Aeste wachsen diese wurzelartigen Organe, auf ganz gleiche Weise gebildet, hervor, stets von dem Cambiumcylinder beginnend, durch endogene Zellenbildung der Rinde, ja selbst des Holzgewebes (wie dies schon ausführlich von der Banisteria, Vegetationsorg. d. P. p. 178 beschrieben wurde), ihren Umfang vergröfsernd und endlich die an den jüngsten Zweigen lange noch unverändert bleibende Oberhaut und äufserste Rindenschicht, nach vorhergegangener Korkgewebebildung, durchbrechend. Die schon ver-

[1]) Diese lebhaft sich bewegenden Körperchen, die anfangs stets die später Fettbläschen enthaltenden Zellen anfüllen, später mit ihnen gemischt sind, — ohne Zweifel, indem sie selbst nur durch Ausdehnung ihrer Membran ihre eigentliche Natur jetzt erkennen lassen, — lösen sich nach längerer Digestion gänzlich, wie es scheint, in Oel; indessen entzieht sich wohl nur die sehr zarte Membran in diesem Falle der Beobachtung.

dickten Häute des Mark-, Holz- und Bast-Gewebes (auch der Holzcylinder besteht gröſstentheils aus Bastfasergruppen) werden hierbei resorbirt und es bilden sich gewöhnlich, wie es schien, zwei neue Zellen in ihnen, die sich bald mit Stärke und kleinen Vegetationszellen füllen, bis die ganze Zellengruppe einen solchen Umfang erreicht, daſs sie der Rindenoberhaut nahe kommt, worauf dann die Bildung von Korkgewebe, sowohl in der Oberhaut des Zweiges, wie im Umkreise des neuentstandenen Gewebes, das zuweilen den vierten Theil des Holzcylinders im Durchmesser hat, beginnt und von dem Marke bis zur Rinde der Anlage der Gewebe aus der inzwischen vergröſserten, jüngeren Zellenvegetation folgt.

Der Bau dieser wurzelartigen Organe ist dem der älteren Aeste und des Stammes ganz ähnlich: unter fortwährender Korkgewebebildung an seiner ganzen Oberfläche verlängert es sich durch Vermehrung seiner Gewebe von einer cambialen Zellengruppe aus, die in seiner Spitze, unter der Oberhaut, in Thätigkeit bleibt. Dem Mangel der Wurzelmütze entsprechend dient die Spitze dieses Organes nicht, wie ohne Zweifel die der echten Wurzel (auch derjenigen der hinsichts der Keimung in vieler Beziehung ähnlichen Arten der *Clusia, Vismia, Ficus*[1]), besonders zur Aufnahme eines flüssigen Nahrungsstoffes; sie wächst weder dem Erdboden zu, noch dringt ihr Gewebe wie das des Wurzelendes des Keimpflänzchens in die lebende Unterlage, es verbreitet sich vielmehr nach allen Richtungen auf derselben, Aeste treibend, die auf gleiche Weise aus seinem Gewebe hervorgehen, wie es selbst aus dem des Stammes entstand, und in Zwischenräumen mit der organischen Unterlage verwachsend, indem an den Berührungspunkten beider Knospen, die sich nach Art der Haftwurzeln bilden, in die Nährpflanze eindringen: nachdem die sich hier vermehrenden korkartigen Rindenzellen des Parasiten mit der Borke jener in ähnlicher Weise (jedoch weniger lang cylindrisch) verwuchsen, als auch die Oberhautzellen der Wurzelbasis des Keimpflänzchens mit derselben, worauf das durch endogene Bildung vergröſserte Rindenparenchym die Borkschicht seitlich von der Verwachsungsstelle durchbricht und das jetzt berührende Gewebe der Unterlage resorbirt. Auf diese Weise erhält nicht allein der Parasit neue Quellen der Nahrung aus der Nährpflanze, es verwachsen auch oft die sich berührenden Haftwurzeln unter einander, oder mit dem Stamme der Mutterpflanze, wodurch diese Stellen an die von Göppert beschriebenen Ueberwallungen der Fichten erinnern. So dienen diese, vielleicht passend als Haftwurzeln zu bezeichnenden Organe, sowohl zur Aufnahme gasartiger Stoffe durch ihre ganze Rindenoberfläche, wie zu der von Flüssigkeiten mittelst der in die Unterlage eingedrungenen Geweheportion. Blätter entstehen nie aus diesen Haftwurzeln, doch beobachtete ich einigemal die Bildung von Blattknospen an ihnen, die indessen sehr selten vorzukommen scheint. An einer dieser Wurzeln, aus deren Rinde zwei kleine Blattknospen hervorgebrochen waren, unterschieden sich kleine warzige Erhebungen der Oberfläche wie bei der Bildung von Wurzelästen; hier jedoch fanden sich innerhalb des Rindengewebes an der äuſsern Seite des hier etwas verdickten Cambiumcylinders haftende Zellen, erfüllt mit cambialem Gewebe, an dem bei anderen schon die Anlagen gegenüberstehender Blättchen unterhalb des Gipfels zu unterscheiden waren,

[1]) Die sogenannten Luftwurzeln der Clusia und parasitischen Ficus-Arten sind alle mit einer Wurzelmütze versehen, während das Würzelchen ihres Keimlings, wie auch das der Vismia, ähnlich in die Nährpflanze eindringt, wie das der Loranthaceen.

alles bedeckt von einer Hüllhaut, die sich durch verdünnte Schwefelsäure von dem unterliegenden Gewebe entfernen liefs. Die verschiedenen Entwickelungsstufen liefsen keinen Zweifel, dafs eine Zelle die Grundlage zu diesen Knospen gegeben hatte, deren Entstehung also durchaus verschieden von derjenigen der Haftwurzeln ist.

Diese Knospenbildung, deren Vorkommen an den Wurzelstöcken der Palmen, in der Blüthenknospe gewisser Aroideen und als Nebenknospe bei einigen anderen Monokotylen ich schon früher (Vegetationsorg. d. P. p. 146 u. 157) erwähnte, ist die regelmäfsige der Axillarknospen des beblätterten Stammes. Bald nach der Entfaltung des Blattes unterscheidet man in dem Zellgewebewinkel der Faserbündel des Blattes und Stammes eine Gruppe dunkler gefärbter Zellen, die nur an der untern Seite mit dem übrigen Gewebe zusammenhängt, an dem übrigen Umfange sehr leicht von dem benachbarten Gewebe entfernt wird; dies ist die Anlage des später hervorbrechenden Astes. Bald erscheinen oberhalb des Grundes dieses Zellenkegels und unterhalb seiner Spitze in bekannter Weise die ersten Andeutungen der beiden gegenüberstehenden Blätter, die rechts und links von dem Stammblatte stehen und man unterscheidet im Grunde dieses noch im Zellgewebe eingeschlossenen Astes an der dem Mutterblatte zugewendeten Seite zwei vergröfserte Zellen, gefüllt mit Cambium, als Andeutung zweier Nebenknospen. Aehnliche Nebenknospen finden sich regelmäfsig bei den Vismien, die auch hier lange in ruhendem Zustande verharren, bis sie, vielleicht in Folge von Störungen der regelmäfsigen Lebensthätigkeit der Mutterpflanze, zur Entwickelung kommen. Bei dem noch näher verwandten Viscum fand ich neben der Hauptknospe stets zwei Beiknospen, die sich häufig alle drei zu Blumenknospen ausbilden.

Der Holzcylinder des älteren Stammes, der ein ziemlich bedeutendes Mark von der durch ein Korkgewebe gegen die unmittelbaren Einflüsse der Atmosphäre abgeschlossenen Rinde trennt, — wird durch parallelepipedische, parallel der Achse gestreckte Markstrahlenzellen, die gewöhnlich mit Stärke erfüllt angetroffen werden, und deren Wandungen porös verdickt sind, in radiale Schichten getrennt. Diese Holzschichten bestehen hauptsächlich aus Bastfasern, deren Lumen durch die gleichförmige Verdickung der Tochterzelle in den älteren Theilen gänzlich ausgefüllt ist und aus weiten porös verdickten Saftfasern, die, zu zwei oder mehreren nebeneinanderstehend, das Bastgewebe oft in einzelne Bündel sondern, da sie zwei benachbarte Markstrahlen, entweder unmittelbar berühren, oder durch markstrahlenähnliche Zellen mit deren Gewebe in Verbindung gesetzt scheinen. Die in die Blätter sich verlängernden Spiralfaserbündel begrenzen ein den Markstrahlenzellen ähnlich geformtes, doch sehr grofszelliges Mark, die Zellen jenes Gewebes wohl um das Vierfache übertreffend; sie enthalten in der Kernzelle später gleichfalls Stärke und bekommen porös verdickte Wandungen der sekundären Zelle. Einzelne Gruppen sehr stark punktirt verdickter Zellen finden sich in diesem Markgewebe, schon in sehr jungen Zweigen, häufig vier in dem Raum einer Markzelle, entweder der Länge nach, oder zu zwei und zwei in derselben übereinanderstehend, oft in noch gröfseren Gruppen beisammen. — Das Rindengewebe enthält Chlorophyll, das häufig durch Jod einen Kern von Stärke zu erkennen giebt; in der Aufsenrinde finden sich punktirt-verdickte Zellengruppen denen des Markes gleich, doch später als diese auftretend; aufserhalb des Cambiums befindet sich ein Kreis von Bastfaserbündeln, denen der Holzschicht gleich;

alle diese Bündel sind stets umgeben von einer Faserschicht, die kleine Parenchymzellen enthält (vergl. Vegetationsorg. d. P. p. 171). — Die Korkzellen entstehen auf ähnliche Weise wie oben beschrieben, jedoch wegen der unregelmäfsigen, verlangsamten Bildung schwieriger zu beobachten; die Mutterzellen füllen sich zu dieser Zeit mit den kleinen in Molekularbewegung befindlichen Fettbläschen.

Diesen Verhältnissen sehr ähnlich ist die Vertheilung der Gewebe in der Haftwurzel: ähnliche jedoch weniger regelmäfsig und vollständig von dem Marke zur Rinde sich erstreckende Markstrahlen trennen das Holzgewebe in radiale Schichten, die gleichfalls aus Bastfasern und weiten porösen Fasern bestehen, letztere jedoch in gröfserer Menge wie im Stamme; die dem entsprechende verhältnifsmäfsige Verminderung der Bastfasern des Holzcylinders wird noch dadurch vermehrt, dafs neben den porösen Fasern auch die den Markstrahlenzellen ähnlichen Holzzellen in gröfserer Anzahl vorhanden sind. — Die Stärke führenden, sehr langen, cylindrischen Zellen des weniger umfangreichen Markgewebes sind hier enger wie in dem Marke des Stammes und zwischen ihnen zerstreut stehen (den verdickten Zellengruppen des Stammmarkes physiologisch entsprechende?) Bastfasern in ziemlich bedeutender Menge. (Taf. XV. Fig. 6a. u. b.)

Erläuterungen der Zeichnungen.

Taf. XIV.

Fig. 1. Knospe des fünften Blattpaares des sich entwickelnden Blüthenstandes von dessen Spitze an gezählt, mit den beiden Seitenknospen nach Entfernung der Deckblätter von oben gesehen, in der mittelständigen Knospe bemerkt man die drei ersten Anlagen von Blumenblättern.

Fig. 2. Eine ähnliche Knospe im Längenschnitt: a. Andeutung des Kelches; b. eines Blumenblattes; c. Seitenknospe; d. deren Deckblatt.

Fig. 3. Dieselbe von Aufsen gesehen: d. ein von dem Deckblatte nicht ganz bedecktes Deckblättchen.

Fig. 4. Eine etwas ältere Blumenknospe an der, zwischen den zuerst erschienenen drei Blumenblättern, die Andeutungen eines zweiten dreigliedrigen Wirtels vorhanden, der jedoch während der spätern Entwickelung sich nicht über den zuerst gebildeten erhebt, sondern mit ihm einen sechsgliedrigen Wirtel darstellt.

Fig. 5. Eine ältere Blumenknospe in der die sechs ungleich grofsen Blumenblätter innerhalb des Kelches sich soweit vergröfserten, dafs sie die zur Zeit noch gleichförmige flache Oberfläche des Gipfeltriebes überwölben und gänzlich gegen die Berührung der äufseren Luft abschliefsen.

Fig 6. Eine ähnliche etwas ältere Knospe an der die Blumenblattanlagen auseinandergebogen sind und man die Andeutungen der ersten drei Staubgefäfse erkennt.

Fig. 7. Zwei ausgewachsene Staubgefäfse der beiden Kreise mit den Blumenblättern an denen sie befestigt sind 6 mal vergröfsert. Bei x die Trennungsstelle beider Organe.

Fig. 8. Eine ausgewachsene Pollenzelle 170 mal vergröfsert.

Fig. 9. a. b. c. Verschiedene dieser Pollenzellen die 48 Stunden in Wasser gelegen hatten, die äufsere Zellhaut war entfernt, haftete bei c noch an einer Seite; a war mit äufserst kleinen Stärkebläschen angefüllt, in b und c hatten sich einzelne Bläschen stark vergröfsert, während die übrigen jetzt durch Jod gelb gefärbt wurden und einen Theil der Zwischenzellsubstanz ausmachten.

Fig. 10. Eine weibliche Blume zur Zeit des Aufblühens nach der Entfernung der Blumenblätter im Längenschnitt 8 mal vergröfsert gezeichnet. sp. Spiralfasern, von denen die äufsern sich in die Blumenblätter und Staubgefäfse verlängerten x Keimsack. S. Zellgewebe, das zu dieser Zeit besonders reich an Stärke ist, die überdies in der den Keimsack in seiner ganzen Länge zunächst umgebenden Zellenschicht sich findet.

Fig. 11. Der aus der Blume Fig. 10 gesonderte Keimsack 70 mal vergröfsert, er ist mit einer einfachen Schicht grofser Zellen ausgekleidet, die in der Mittellinie sich fast berühren, verschiedene Stoffe der Secretionszellen besonders Stärke enthalten und an ihrem untern Ende mit kleineren, Stärke enthaltenden Zellen angefüllt sind.

Fig. 12. Ein ähnlicher Keimsack aus einer jüngern Knospe in derselben Vergröfserung in dessen unterem Ende eben die Bildung von Zellen beginnt. Die Mutterzellen des zunächst ihn umgebenden Gewebes sind stärker verdickt, deren Tochterzellen enthalten Stärke und einen Zellkern, sie grenzen nach oben an das Narbengewebe, deren Tochterzellen eine harzig-schleimige Flüssigkeit enthalten, und nach aufsen an die Fasern, die theils spiralig, gröfstentheils porös verholzt sind und mit dem Cambium in ihrem äufsern Umkreise sich bis in die Narbe verlängern.

Fig. 13. Ein älterer befruchteter Fruchtknoten, von dem der Griffel und die Blumenblätter abgefallen sind, viermal vergröfsert; v. das Viscingewebe unter der Fruchtdecke; o. grofszelliges, Fettbläschen enthaltendes Gewebe unter der Samendecke; x. der Keimsack mit der Embryoanlage; diese ist

Fig. 14. mit dem untern Ende des Keimsackes, dessen Zellen jetzt noch z. Th. mit Stärkemehl angefüllt sind, 70mal vergröfsert. — In den Zellen des benachbarten Gewebes p wird das Chlorophyll und die Stärke resorbirt, während letztere die sich inzwischen vergröfsernden Kernzellen wieder anfüllt.

Fig. 15. Ein etwas älterer Embryo 70 mal vergröfsert: a. eine mit Fettbläschen erfüllte Zelle des benachbarten in Resorption begriffenen Gewebes; b. dieselbe Zelle nachdem sie 24 Stunden in Oel gelegen, wodurch die Bläschen, in Folge von Diffusion vergröfsert, der Zelle das Ansehen einer porösen geben; beide 170 mal vergröfsert.

Fig. 16. Ein etwas älterer Embryo in derselben Vergröfserung; unterhalb seiner Spitze hat sich ein kreisartiger Wulst seines Gewebes gebildet als erste Andeutung der beiden Samenlappen.

Fig. 17. Ein noch älterer Embryo 35mal vergröfsert; ein Theil der Samenlappen und der zwischen ihm befindlichen Terminalknospe ist hier schräg abgeschnitten.

Fig. 18. u. 19. Zwei spätere Entwickelungsstufen des Embryo 15mal vergröfsert.

Fig. 20. Ein Embryo zur Zeit der Fruchtreife der Länge nach durchschnitten 5mal vergröfsert; die Samenlappen sind durch Einwirkung von Wasser etwas auseinandergebogen. Bei h, dem früheren Anheftungspunkte des Aufhängefadens, durchwächst bei der Keimung das cambiale Zellgewebe die Oberhautschicht.

Fig. 21. Diese Stelle im Durchschnitt 170mal vergröfsert.

Fig. 22. Ein Längenschnitt der Oberhaut des noch im Eiweifs befindlichen Samenlappens, dessen Hüllhaut durch Endosmose von der Oberhaut abgehoben ist, doch bei n den darunterliegenden Spaltöffnungszellen anklebend.

Fig. 23. Die Oberhaut eines etwas älteren Theiles des Samenlappens von oben gesehen; n. n. die sich formenden Spaltöffnungszellen, deren mittlere noch Flüssigkeit enthält.

Fig. 24. Längenschnitt der Oberhaut durch eine Spaltöffnung des vom Eiweifs entblöfsten Theiles des Samenslappens; t. Luftzelle; a. Kernzelle angefüllt mit kleinen in Molekularbewegung befindlichen Körperchen.

Fig. 25. Die Hüllhaut mit der eigentlichen Spaltöffnungszelle nach der Behandlung mit Schwefelsäure.

Fig. 26. Längenschnitt der Oberhaut von *Viscum rubrum* durch eine Spaltöffnungszelle, die luftführende Zelle t mit dem darunter befindlichen Zwischenzellgang sind durch die Berührung mit verdünnter Schwefelsäure erweitert.

Fig. 27. Zur Samenbildung des *Viscum rubrum*: a. Junger Fruchtknoten in dessen Grunde eine Zelle x mit Cambium angefüllt 8mal vergröfsert. x'. Dieselbe Zelle, der Keimsack herausgenommen und stärker vergröfsert. — 27b. Dieser Keimsack aus einem älteren Fruchtknoten aus zartem, Stärke enthaltenden Cambium bestehend; in seinem oberen Theile ein Kügelchen e sichtbar, 8mal vergröfsert. — e'. Dies Kügelchen, der junge Keimling herausgenommen und 170mal vergröfsert. — Fig. 27c. Ein etwas älterer Keimling an dem schon der Samenlappen und das Würzelchen zu unterscheiden sind.

Taf. XV.

Fig. 1a. Das auf der untern Seite einer *Solanea* befestigte Keimpflänzchen der *Passowia* im Längenschnitt durch die Mittellinie 10mal vergröfsert; hier ist die Oberfläche der Wurzelbasis zu zwei wulstigen Ringen ausgewachsen die das mittlere parenchymatische Cambium umgeben. Die Oberhautzellen des innern Wulstes sind zum Theil zu langen cylindrischen Haaren ausgewachsen, die den Raum zwischen beiden Zellenwulsten fast ausfüllen (Fig. 1. b. r. 170mal vergröfsert) und der unveränderten lebenden Unterlage fest anhaften; ähnlich die Oberhautzellen des äufseren Randes des äufseren Zellenwulstes, dessen inneres Parenchym Chlorophyll enthält.

Fig. 2a. Der untere Theil des Stengelchens und die auf der Rinde der *Hamelia chrysantha* haftende Wurzelbasis der *Passowia* im Längenschnitt durch die Mittellinie 10mal vergröfsert. Das cambiale Gewebe in der Basis des Würzelchens hat sich vermehrt und ist unter die Borkzellen der *Hamelia* eingedrungen, deren Rindenparenchym in ihrer Nähe resorbirt wird. Das Cambium der Wurzelbasis hat sich nach unten verlängert, in der Mittellinie einen Cylinder bildend (c), das benachbarte Gewebe a, so wie die übrigen durch Querstriche angedeuteten Theile enthalten Stärke; im Stengelchen zugleich Chlorophyll, ebenso die Theile b, des Rindenwulstes der hier nur einfach vorhanden ist. Der mit x bezeichnete Theil ist in Fig. 2b. 70mal vergröfsert dargestellt, man sieht die Oberhautzellen der Wurzelbasis auch hier cylindrisch verlängert, bei h nach Art der Haarwurzeln über die Unterlage ausgewachsen; a. die grofsen mit Fettbläschen erfüllten Zellen (dieselben in Fig. 5b. a. und Fig. 24a.)

Fig. 3a. Ein Längenschnitt durch die Wurzelbasis eines jungen Triebes; bei x die im Zellgewebe eingeschlossene Knospenanlage die in Fig. 3b. herausgenommen und 170mal vergröfsert gezeichnet ist. An der gröfsern ist schon der Stengeltheil a und der Blatttheil b gesondert; die kleinere Knospe k erscheint als einfache, unten mit dem Zellgewebe verwachsene, sonst ringsum freie Zelle.

Fig. 4a. Querschnitt einer Haftwurzel 10mal vergröfsert in der bei x eine Knospenanlage sich befindet; in 4b. diese vergröfsert dargestellt mit zwei Blattandeutungen und einer Beiknospe k.

Fig. 5a. Längenschnitt durch den Ast einer *Terminalia Catappa* in deren Rinde bis auf den Holzcylinder das Gewebe des Würzelchens der *Passowia* eingedrungen ist und in der bei x die Bildung einer Haftwurzel beginnt. In Fig. 5b. ist diese Stelle 170mal vergröfsert gezeichnet, einige der Oberhautzellen und der darunter liegenden mit Fettbläschen erfüllten Zellen (a) sind entleert und braun gefärbt, in dem zunächst befindlichen Rindenparenchym, das allmählig in das cambiale Gewebe übergeht, hat die Korkbildung begonnen.

Fig. 6a. Querschnitt einer Haftwurzel an der Grenze des Markes und des Holzcylinders 170mal vergröfsert gezeichnet; die Markzellen n, die Markstrahlenzellen m und die Holzzellen h enthalten Stärke, ihre Wände sind porös verdickt. Fig. 6b. Querschnitt des Stammes an einer ähnlichen Stelle gezeichnet; p. einige punktirt verdickte Zellen die sich in einzelnen Gruppen in dem grofszelligen Marke finden.

Die Fortpflanzung der Conferva fontinalis L.

(C. filis tubulosis simplicibus vel ramosis digiti longitudine Linn. syst. plant.)

(Hierzu Taf. XVI. u. XVII.)

Botanische Zeitung 1852. Sp. 89.

Diese Pflanze findet sich in Venezuela unter dem 11° N. Br. in einer Höhe von 5000′—6000′ in Waldbächen, deren Wasser 14°—16° des hunderttheiligen Wärmemessers besitzt. — Bevor ich die eigentlichen Erscheinungen der Fortpflanzung dieser Conferve schildere, mögen einige Worte über den Bau und die Wachsthumsweise derselben erlaubt sein.

Der einfach-röhrige Faden dieses ungegliederten, an der inneren Wandung dicht mit Chlorophyll belegten Gewächses verlängert sich ununterbrochen an seiner Spitze und selten nur erscheinen unterhalb derselben Ausbauchungen des Rohres, die zu gleichgeformten Aesten auswachsen. Die Spitze ist heller gefärbt wie die älteren durch die Menge des Farbstoffes undurchsichtig gewordenen Theile, es finden sich hier (Fig. 1a.) in einer körnig-schleimigen Flüssigkeit kleine bläulich- oder grünlichgefärbte Bläschen, die die Anfänge der in den benachbarten älteren Theilen vorhandenen Chlorophyllbläschen bilden, wie man an den Uebergängen der verschiedenen Entwickelungstufen erkennt. Die Chlorophyllbläschen füllen anfangs die ganze Höhlung des Schlauches an (1b.), später werden sie durch eine im Innern vorhandene sich ausdehnende und den Schlauch anfüllende Zelle 1c. an die Wandung der Tochterzelle gedrängt, auf der sie gleichmäfsig verbreitet sind.

Ohne genauere Untersuchung des Schlauches und ohne vergleichende Beobachtungen anderer, weniger regelmäfsig gewachsener Schläuche kann man nicht erkennen, ob diese innere Zelle (c) die dritte dieses Systemes ist, die vergröfserte Kernzelle, der auswachsende Zellkern, der gleichfalls einen einfachen den beiden äufseren Zellen gleichen Schlauch bildet: oder ob es mehrere nebeneinander befindliche Zellen einer andern Ordnung sind, die durch ihre Vergröfserung das Chlorophyll aus der Höhlung des Schlauches verdrängen und den sie dadurch gleichzeitig in verschiedene der Länge nach nebeneinanderliegende Räume theilen. Hin und wieder finden sich jedoch Fäden in deren Spitze, aufser jenen hellen neu entstandenen Chlorophyllbläschen in dem körnigen Schleime, mehrere gröfsere Zellen fast von der Weite des Mutterschlauches sich befinden (Fig. 2). In solchen Schläuchen liegen die Chlorophyllbläschen bis in diese Spitze bereits an der Wandung der sekundären Zelle; es scheint eine im Verhältnifs zu dem Wachsthume der äufsern Schläuche vermehrte Bildung und Wachsthum von

Zellen zweiten Grades die Ursache dieser Erscheinung. — Ebenso spricht die Beobachtung krankhafter Entwickelungszustände, von denen ich einige (Fig. 3—8) zeichnete, für das Vorhandensein einer Zellenbildung im Innern der Schlauchhöhle und nur darin zeigt sich eine Verschiedenheit, dafs bald diese innere Generation gleichfalls Chlorophyll enthält, bald nur die sekundäre Zelle (ersten Grades) allein. Sehr häufig sieht man aus zerrissenen Fäden gröfsere und kleinere Bläschen hervorquellen, die dicht mit Chlorophyll angefüllt sind, so dafs sowohl das Chlorophyll immer gruppenweise in gröfseren Bläschen sich zu bilden scheint, als auch jede der inneren Zellen fähig Chlorophyll in sich entstehen zu lassen.

In Fig. 5 enthalten die Zellen zweiten Grades Krystalle oxalsauren Kalkes (a), ein in dem Gewebe dieser Gewächse selten sich ausscheidender Stoff und die Endzelle (b) ist ausnahmsweise mit rothem Farbstoffe angefüllt, ein Stoff der häufig in Begleitung jener Säure auftritt.

In alten absterbenden Fäden finden sich häufig in bestimmten Zwischenräumen innerhalb des Mutterschlauches gröfsere und kleinere kugelige Zellen die mit Farbstoff angefüllt sind und durch andere ganz von Farbstoff entleerte von einander getrennt werden; ein Zustand, dem der in Fig 1. gezeichnete vorhergeht. Die von Farbstoff entleerte von einander getrennt werden; ein Zustand, dem der in Fig. 1 gezeichnete vorhergeht. Die von Farbstoff entleerten Zellen vergröfsern sich in diesen Schläuchen fortwährend, die kleineren, zwischen ihnen liegenden, Chlorophyll enthaltenden Zellen vergröfsern dagegen nicht nur nicht ihren Umfang, sondern sie werden, indem überdies der Farbstoff aus ihnen immer mehr verschwindet, endlich sogar von den sich immer mehr ausdehnenden Nachbarzellen abgeplattet und zwischen diesen, von Chlorophyll abgeplattet und zwischen diesen, von Chlorophyll gänzlich entleert, als Zwischenwand eingeschlossen Fig. 8. — Von anderen Conferven kann ich nur die *Spirogyra Hornschuchii* (man vergleiche pag. 3) als eine solche anführen bei der ich das Vorhandensein einer Scheidewandzelle zwischen zwei Gliedzellen bemerkte, es findet dort regelmäfsig das statt, was hier nur in krankhaften Bildungen und bei der Sporenentwickelung eintritt. — Jene hellen, farbstofflosen Zellen zweiten Grades enthalten Bläschen (8a.), die, ebenso wie der sie umgebende flüssige Stoff, durch Jod gelb gefärbt werden. Zuweilen findet sich letzterer grün gefärbt (b).

Einigemal beobachtete ich an alten wie auch an jungen, eben aus der Spore hervorgewachsenen Fäden ein plötzliches Auseinandertreten ihres Inhaltes; sowohl die schleimig-körnige Flüssigkeit wie das in dieser eingebettete Chlorophyll lösten sich von den Wänden des Schlauches und ballten sich in einzelne Klumpen zusammen, die durch eine wasserhelle Flüssigkeit getrennt wurden. Diese Massen suchten eine kuglige oder ellipsoidische Form anzunehmen, ihre Oberfläche glättete sich wie mit einer elastischen Haut überzogen; an einzelnen Stellen ging die Trennung dieser Massen weniger plötzlich vor sich, es schien vielmehr wie wenn ein zäher Schleim auseinander gezogen würde. In Fig. b. zeichnete ich einen solchen Zustand eines jungen aus der Spore entwickelten Fadens, wo die Oberfläche der einen Masse schon geglättet und halbkuglig war, die daneben liegende ihr jedoch an einer Stelle anhaftete, sich langsam nach und nach ringsum von ihr lostrennte, endlich sich auch in deren Mittelpunkt der freien Oberfläche von ihr löste, und nun sich ziemlich rasch zurückzog, gleichfalls eine geglättete Kugelfläche bildend. Nach einigen Minuten begannen

darauf wieder diese Massen, die schon den Querdurchmesser des Schlauches füllten, sich auszudehnen; man sah jetzt, dafs jede derselben ein vollständiges Zellensystem war, aus primärer und sekundärer Zelle mit Zelleninhalt bestehend; die primäre Zelle erhob sich von der sekundären Zelle (a) die das Chlorophyll einschlofs, zwischen beiden befand sich eine körnig-schleimige Flüssigkeit; auch die sekundäre Zelle dehnte sich aus doch etwas langsamer wie die primäre Zelle, beide jedoch im Ganzen ziemlich rasch; nach wenigen Minuten berührten sich zwei benachbarte Zellen wieder und wuchsen etwas nebeneinander hin, so dafs die dadurch entstehende Querscheidewand nicht senkrecht sondern schief auf der langen Axe des Schlauches stand. Nachdem auch die sekundäre Zelle mit dem daran haftenden Chlorophyll die Gröfse der primäre Zelle erhalten hatte, konnte man nur an den dichten Querstreifen des Chlorophylls die Grenze zweier benachbarter Zellen entdecken und auch diese war nach 12 Stunden fast überall verschwunden, man glaubte einen einfachen Schlauch mit Chlorophyll gefüllt, wie in Fig. 1 und 2, vor sich zu sehen, da die Häute der inneren Zellenvegetation zu zartwandig waren, um von dem Schleime und den gefärbten Stoffen unterschieden zu werden. Würde jetzt eine Verdickung dieser Häute eintreten und zwar von aufsen beginnen, als dem Ort woher diese einfachen Zellenreihen ihre Nahrungsstoffe nehmen, und von den äufseren Längswandungen sich auch auf die Querwandungen d. h. die Scheidewände fortsetzen: so würden diese dadurch dann zur Erscheinung kommen und zwar anfangs als ein Ring der immer breiter werdend endlich zur Scheibe sich gestaltet, es würde dasselbe stattfinden, was man bei der *Conferva glomerata* Vermehrung der Zellen durch Theilung oder Abschnürung oder Zwischenwandbildung nennt. Demjenigen indessen, der sich von der Richtigkeit der eben mitgetheilten Beobachtungen überzeugt hat, wird nicht nur eine solche Theilung und Abschnürung höchst zweifelhaft erscheinen, sondern er wird überdies auch die Meinung nicht als unwahrscheinlich zurückweisen, dafs der scheinbar einfache Schlauch der ungegliederten Conferve schon in diesem regelmäfsigen Entwickelungszustande eine Reihe von zartwandigen Zellen zweiten Grades enthält, die das in der sekundären Zelle enthaltene Chlorophyll aus deren Schlauchhöhle an die Wandung derselben drängen und, wie die krankhaften Zustände sehr deutlich zeigen, bald gefärbte bald wasserhelle Stoffe enthalten können. Er wird ferner die plötzliche Zusammenziehung der endogenen Zellen (Fig. b.) und deren Trennung sowohl von einander wie von den schlauchförmigen Mutterzellen nicht als eine Bildung ganz neuer vollständiger Zellensysteme aus einem schleimigen, gallertartigen oder noch anders zu benennenden Inhalte ansehen, wie andere Beobachter in ähnlichen Fällen angenommen haben.

Die ganze Erscheinung, wie alle ähnlichen, wird leichter erkannt werden, wenn wir ein Mittel besitzen, die trüben, undurchsichtigen, organischen Flüssigkeiten zu klären, ohne die höchst zarten, in reinem Wasser schon zerfliefsenden Häute neugebildeter Zellen zu zerstören; Essigsäure ist aus dieser Rücksicht nur mit Behutsamkeit anzuwenden.

Ein anderes Hindernifs bei der Erforschung der anatomischen Verhältnisse dieser Gewächse bietet die Lagerung des Chlorophylls dar, indem dieses in den verschiedenen endogenen Zellen, an deren der Oberfläche angrenzenden Wandung vorkommt und so, scheinbar eine Lage bildend, die dünnen, durchsichtigen Zellenhäute gänzlich verdeckt, woher es oft unmöglich wird zu entscheiden, ob solche vorhanden

und ferner, wenn man auch die Zellen frei im Innern schwimmen sieht, ob das Chlorophyll deren inneren oder äufseren Oberfläche anhaftet. Oft ist beides zugleich der Fall, das Chlorophyll nämlich, das ebenso wie die Stärke und die übrigen Absonderungsstoffe zur Ernährung der jüngeren Organe verbraucht wird, wird von der im Wachsthum begriffenen, jungen, noch in dem flüssigen Zelleninhalte schwimmenden, endogenen Zelle angezogen (ähnlich wie sich z. B. das Amylum der sekundären Zelle auf den wachsenden Zellkern niederschlägt) und man findet diese, wenn sich gleichzeitig in ihrem Innern wieder grüner Farbstoff bildet, sowohl von aufsen wie von innen mit Chlorophyll bedeckt. Dafs diese beiden Farbstoffschichten aufser der durch die Farbe hervorgebrachten Aehnlichkeit, dann chemisch wenig übereinstimmend sein werden, läfst sich von vorn herein vermuthen und in vielen Fällen auch durch das Verhalten zum Jode nachweisen, indem das aufsen befindliche ältere Chlorophyll meistens dunkler gefärbt wird und oft einen Kern von Amylum wahrnehmen läfst.

Bei der *Conferva fontinalis* sieht man immer zwei Formen von Bläschen durch die Hüllhaut durchscheinen: länglichere, dunkler gefärbte und mehr rundliche blasgrüne oder bläulich gefärbte, zuweilen schien es mir als seien hier letztere in den älteren, äufseren Zellen enthalten, doch habe ich keine Gewifsheit darüber erhalten können. Auch bei den übrigen Conferven, z. B. der vielbesprochenen *C. glomerata,* verräth sich häufig dem Beobachter das Vorhandensein verschiedener endogener Zellen, die an die Hüllhaut grenzen, durch die verschiedene Färbung des Chlorophylls; man bemerkt nämlich zuweilen zunächst unter der Hüllhaut einen ausgezackten Rand von wasserheller Farbe von dem Ansehen einer Gallerte und erkennt ohne Anwendung von Reagentien nicht die Häute der inneren Zellen. Dieser gallertartig-körnige Rand ist der in der Auflösung begriffene Farbstoff, es sind die schon entfärbten Bläschen, die auf der Wand der innern Zelle liegen, in der sich inzwischen eine neue Generation von Chlorophyllbläschen bildete. Während die Auflösung dieses Stoffes vorschreitet, verschwindet der gezackte Rand, statt seiner findet sich oft eine gekörnte Flüssigkeit, deren feste Theile Molekularbewegung zeigen und die assimilirenden Häute der inneren Zellen verdicken sich gleichzeitig und treten deutlich hervor. Nicht selten findet man absterbende Schläuche die ein ununterbrochen hohles Rohr bilden, gefüllt mit zahlreichen Zellen und Bläschen die noch nicht die Gröfse des Schlauchdurchmessers erreicht haben. (Fig. 5.)

Noch deutlicher tritt es hervor, dafs die innere Zelle c nur scheinbar eine einfache Zelle und in der That wahrscheinlich eine Zellenreihe ist, wenn die Pflanze in Verhältnisse gebracht wird, die zur Bildung von Reproduktionszellen Veranlassung geben. Die nächste Bedingung zu dieser veränderten Lebensthätigkeit scheint nach den vorliegenden Beobachtungen in der Beschaffenheit des Wassers zu liegen. Nahm ich nämlich die Pflanze aus dem fliefsenden Wasser und brachte sie in einem mit diesem gefüllten Glase ins Zimmer, wo dann die durch die Pflanze selbst ausgeschiedenen Gase sich in demselben ansammeln konnten und dasselbe bald eine Wärme von 18° Cels. annahm, so zeigten sich regelmäfsig nach 24 Stunden, ohne Rücksicht auf die Tageszeit, selbst beim Abschlufs des Lichtes, die Enden der Schläuche dunkel gefärbt. Unter dem Mikroskop wurde es deutlich, dafs diese dunkle Färbung durch grofse Anhäufung des Chlorophylls hervorgebracht wurde, welches je nach der vorgeschrittenen Entwickelung eine oder mehrere rundliche Zellen durchschimmern liefs,

während die helle Spitze (c Fig. 1 und 9) des centralen Kanales, weit von der Spitze der Hüllhaut entfernt, unterhalb dieser dunklen Masse endete.

Beobachtet man zu dieser Zeit anhaltend diese leicht-durchschimmernde Spitze c, so bemerkt man plötzlich in der Gegend von x Fig. 9 ein Auseinanderweichen des Farbstoffes, es entsteht eine farblose Stelle, die sich fortwährend ziemlich rasch ringsum vergröſsert bis sie ringsum die Wandungen des Schlauches erreicht hat, also eine Binde rings um den Schlauch bildet, die die chlorophyllhaltige Spitze der endogenen Zelle von dem unteren Theile trennt. Die Breite dieser farblosen Binde vergröſsert sich dann noch ein wenig nach beiden Seiten und man sieht dann ein Abrunden der sich berührenden Ränder dieser farblosen Stelle und der benachbarten Farbstoff enthaltenden Theile (Fig. 10), so daſs es klar wird, daſs man eine farbstoffleere Zelle vor sich hat, die vorher zwischen zwei chlorophyllhaltigen verborgen lag und durch ihr plötzliches Ausdehnen diese beiden, wie auch das ihre äuſseren Wandungen bedeckende Chlorophyll der Mutterzelle auseinanderdrängte. Es wird ein ähnliches Verhältniſs sein wie das in krankhaften Zuständen häufig vorkommende und Fig. 7 gezeichnete, wo jedoch die farblosen Zellen x x das Uebergewicht in der Entwickelung behaupten und die Chlorophyll enthaltenden y y später (Fig. 8) als Scheidewände erscheinen. — Kaum hat aber jene farblose Zelle x Fig. 9 aufgehört sich auszudehnen, so beginnt schon wieder die Verminderung ihres Umfanges, indem die untere Chlorophyll enthaltende Zelle d, d Fig. 10 und 11 nach oben sich ausdehnt, jene zusammendrängt und endlich ganz verschwinden macht, so daſs ihre Lage nur durch die Grenze der dunklen Spitze von dem helleren Rohre bezeichnet wird. Denn die durch diesen Vorgang abgesonderte Endzelle c der centralen Zellenreihe wird bald von dem in der Spitze des Schlauchs angehäuften Farbstoffe bedeckt.

Dieser ganze Vorgang, den ich sehr häufig von Anfang bis zu Ende beobachtete, dauerte höchstens eine Stunde[1]). Dann vergingen einige Stunden, während welcher kaum eine Veränderung zu bemerken war, da die in der Schlauchspitze befindlichen endogenen Zellen durch den Farbstoff ganz verdeckt wurden. Das Ende dieser scheinbaren, doch gewiſs nur scheinbaren Ruhe der Vegetation wurde dann dadurch bezeichnet, daſs dieses dunkle Endglied an der Spitze einen hellen Rand bekam, ähnlich den in raschem Wachsthume befindlichen Pflanzen (Fig. 1), indem die Hüllhaut sich von der dunklen Masse erhob und zwischen beiden sich eine farblose Flüssigkeit ansammelte, in der sich kleine, in lebhafter Bewegung begriffene Körperchen befanden. Dieser helle Rand verbreitete sich von der Spitze weiter abwärts bis das ganze dunkel gefärbte Endglied von demselben umgeben war. Wurde in diesem Entwickelungszustande dasselbe zwischen zwei Glasplatten gepreſst, so war als Inhalt eine dasselbe fast ganz ausfüllende, mit Chlorophyll dicht angefüllte Zelle zu erkennen, die von der Hüllhaut durch eine Schicht kleiner Bläschen getrennt wurde, welche zum Theil Chlorophyll, zum Theil die Uebergänge desselben in farblose Bläschen enthielten Fig. 12a. — Die groſse Zelle enthielt die Farbstoffbläschen gleichfalls nicht einzeln, sondern eine gröſsere Menge derselben in Zellen von verschiedenem Umfange eingeschlossen, was beim Pressen der Zelle leicht erkannt werden konnte.

[1]) Mehreremale sah ich in demselben Faden diesen Vorgang sich wiederholen, doch kann ich nicht angeben, ob alle endogenen Zellen, die sich in dem Sporengliede befinden, auf diese Weise abgesondert werden.

Während der mehrstündigen scheinbaren Ruhe in der Vegetation dieser Endzelle waren also die in ihr früher enthaltenen endogenen Zellen verschwunden und statt deren eine grofse, fast das ganze Glied anfüllende Zelle gebildet; vielleicht aus einer von ihnen, während die andern aufgelöst wurden, vielleicht auch aus einer Vereinigung mehrerer, wodurch es an die bekannte Conjugation erinnern würde.

Bald nachdem sich der vorhin erwähnte helle Rand über das ganze Glied ausgedehnt, zerreifst plötzlich die Spitze der Hüllhaut, die Zelle geräth in eine lebhafte Bewegung, drängt sich aus dem Rifs hervor und bewegt sich, um ihre lange Axe sich drehend, sehr rasch fort. Dies Hervordrängen der Spore aus dem Mutterschlauche habe ich sehr häufig beobachtet, immer geschah es an der Spitze desselben (Fig. 13 ein solcher von der Spore entleerter Schlauch); immer entleerte sich der ganze Inhalt und zwar als ein Körper von ellipsoidischer Form, etwas kürzer aber breiter wie die leer zurückbleibende Hülle; nur einmal sah ich ein kleines helles Bläschen (Fig. 14a.) mit wenigem Farbstoffe angefüllt sich zuerst hervordrängen, anfangs frei umherschwimmen, dann, als die Spore zur Hälfte hervorgequollen war, sich an sie anlegen und nun mit ihr die rasche wirbelnde Bewegung ausführen die dadurch sehr schön beobachtet werden konnte. — Ich halte diese Zelle a für eine in der Entwickelung zurückgebliebene Randzelle, ohne Bedeutung für die fernere Ausbildung der Spore, denn ich bemerkte an dieser keinen Unterschied von den übrigen stets ohne jene Zelle hervorgetretenen Sporen.

Bringt man eine sich bewegende ellipsoidische Spore in eine wäfsrige Jodlösung so ist augenblicklich die Bewegung unterbrochen und man sieht den ganzen Körper dicht bedeckt mit feinen durch das Jod gebräunten Wimpern. Ein Flimmerepithelium ist also die Ursache der Bewegung, wie dies schon durch Unger und Thuret von verschiedenen Algensporen bekannt ist, und die Spore nicht mit einer einfachen Zellhaut, sondern mit einem Gewebe überzogen. Dies machte auch schon die Entwickelungsgeschichte wahrscheinlich, denn wie vorhergehend erwähnt und Fig. 12a. gezeichnet, ist die eigentliche Sporenzelle kurz vor ihrem Hervortreten aus dem Schlauche, umgeben mit einer Schicht heller Bläschen, die aus den Chlorophyllbläschen sich hervorbildeten und daher wie diese anfangs zu mehreren gemeinschaftlich in einem Zellchen eingeschlossen waren. Wenn die Entwickelung dieser Wimpern eine ähnliche ist wie die des Flimmerepitheliums des thierischen Körpers, so ist es wahrscheinlich, dafs jedes dieser Bläschen einen Kern, d. h. ein Zellchen, enthält, der über die Oberfläche des Bläschens hervorwachsend die Wimper bildete; so wenigstens beobachtete ich an verschiedenen Organen die Entwickelung dieses Gewebes, mir gelang es indessen nicht, in den erwähnten mit einer wasserhellen Flüssigkeit erfüllten Bläschen einen Kern zu entdecken, der schon in den Chlorophyllbläschen häufig vorhanden ist und daher hier mit Recht zu vermuthen war, es bleibt daher auch noch die Möglichkeit, dafs die Mutterzellen des Chlorophylls zu der Gewebeschicht sich vereinigten, die die Spore bei ihrem Hervortreten umgiebt und aus jeder dieser Zellen mehrere aus jenen Bläschen entstehende Wimpern hervorwuchsen. Spätern Beobachtungen bleibt dies noch zu entscheiden übrig.

Gleichzeitig mit dem Aufhören der Bewegung der Spore verschwindet auch der sie umgebende helle Rand, keine Spur von Wimpern ist jetzt zu entdecken und

die von dem Flimmerepithelium befreite Spore nimmt nun rasch eine kugelige Gestalt an.

Dies ist der regelmäſsige Verlauf der Sporenbildung der *Conferva fontinalis;* einigemal beobachtete ich jedoch auch Formen wie die Fig. 15 gezeichnete. Hier entstand an den von mir beobachteten Individuen, an der Seite eine Anschwellung, wie wenn ein Ast sich bilden wollte, die, wenn sie eine gewisse Höhe erreicht hatte, zerriſs, und eine der inneren Zellen mit einem Theil des Chlorophylls, welches diese umgab, hervortreten lieſs. Diese Zellen besaſsen eine sehr zarte Haut und einen hellen flüssigen Inhalt, in welchem etwas Farbstoff enthalten war. Anfangs erweiterten sich diese Zellen rasch in Berührung mit dem Wasser, in welchem sie fortschwammen, später vermehrte sich die Anzahl der in ihnen enthaltenen grün gefärbten Bläschen, doch habe ich diese nie bedeutend werden sehen, und nach 24 Stunden waren die von mir beobachteten zerflossen, ich kann daher nicht angeben, ob zuweilen wirklich eine Spore daraus entsteht.

In einem dem Fig. 15 gezeichneten ganz ähnlichen Falle erwartete ich mehrere Stunden das Zerplatzen der Hüllhaut und das Hervortreten einer der inneren Zellen, doch vergebens, die Anschwellung wurde immer gröſser, die neben derselben befindliche Zelle wuchs immer weiter in sie hinein, und ich erkannte, daſs sich ein Ast bilde, der am anderen Tage in der That eine ziemliche Länge erreicht hatte. So nahe steht sich die Bildung der Reproduktions- und Vegetations-Organe bei diesen einfachen Gewächsen! Einen ganz gleichen Vorgang beobachtet man häufig bei der Astbildung der *Conferva glomerata,* wenn die Zelle zweiten oder folgenden Grades, die aus dem Stammfaden in den Ast hineinwächst, mit dem unteren Ende in dem Stamme bleibt und nicht sogleich ganz in den Ast eingeht; in welchem letzteren Falle die Astzelle sich über den Ort ihrer früheren Lage hinaus völlig ausdehnt und beide sich an der Grenze des Astes und Stammes berühren, welche Stelle dann, nach der Verdickung der Häute, als sogenannte Abschnürungsstelle d. h. als Scheidewand erscheint.

Die freie Spore, die nach der Beendigung ihrer Wanderschaft — welche immer nach der Oberfläche des Wassers gerichtet ist, hier einen festen Punkt suchend, — meistens eine Kugelform angenommen hat, und nur wenn sehr viele dicht gedrängt nebeneinanderliegen in weniger regelmäſsiger Gestalt gefunden wird, beginnt gewöhnlich schon nach wenigen Stunden auszuwachsen; man bemerkt an einer Stelle, oft auch bald an einer zweiten und dritten, eine kleine kugelförmige Erhebung der äuſseren Haut, die fortwährend länger wird, an der Spitze eine helle Flüssigkeit durchscheinen läſst, in der sich kleine Körnchen und Bläschen befinden, welche letztere in der Spitze selbst farblos, der Spore näher grünlich gefärbt erscheinen und in allen Uebergängen zum Chlorophyll vorkommen Fig. 16. — In dieser Weise setzt sich der Wachsthumsvorgang der verschiedenen Schläuche ununterbrochen fort, bis einer derselben einem festen Körper anhaftend, aus der Spitze zwei oder mehrere Aeste treibt, die, als verhältniſsmäſsig dünnere Schläuche in eben der Art einige Zeit fortwachsen und sich bald wieder mannigfach verästeln, welche Verästelung dann der ganzen Pflanze als Stützpunkt dient[1]). Dieser Ast hört dann auf zu wachsen, die Chlorophyllbläschen

[1]) Verschlieſst man das Wasser, welches die Spore enthält, in ein völlig angefülltes Gefäſs, oder stürzt man das vom Wasser entleerte Gefäſs, dessen Wandungen die Sporen anhängen, über eine Wasserfläche, so daſs dasselbe

vermindern sich, verschwinden zuerst aus den verästelten Enden, dann auch aus dem angrenzenden Theile des Schlauches, der jedoch nicht sobald abstirbt, sondern wohl in anderer Weise thätig ist wie die übrigen Aeste der Spore, die immer in der Vereinigungsstelle durch ihre Gröſse kenntlich bleibt, Fig. 17 und 18. — Die freien Aeste wachsen nun im Wasser ununterbrochen weiter, wie es von der Mutterpflanze oben beschrieben wurde, und zeigen in ihrer Lebensthätigkeit gestört (durch die Beschaffenheit des Wassers oder mechanische Verletzung), dieselben Miſsbildungen wie sie an jener beobachtet und Fig. 4—8 gezeichnet wurden.

Hatte sich die Spore zu weit unterhalb der Oberfläche des Wassers festgesetzt, so daſs diese Aeste von dem Einflusse der Atmosphäre sehr entfernt waren, so trat in diesen Aesten dann nicht selten eine Bildung von Sporen ein wie sie eben von der Mutterpflanze beschrieben wurde.

Diejenigen Aeste, die später wie jener wurzelartig-verzweigte, die Atmosphäre berühren, wachsen dann zwar an der Spitze ununterbrochen fort, erhalten jedoch gleichzeitig an den älteren Theilen Organe, die weder ihrer Mutterpflanze eigenthümlich waren, noch auf den, wie jene, im Wasser wachsenden Aesten vorkommen. Es zeigen sich anfangs kleine seitliche Auswüchse, die man zuerst für entstehende Aeste zu halten geneigt ist, die jedoch bald von den gewöhnlichen Aesten in ihrer Erscheinung darin abweichen, daſs sie bei weitem dünner wie jene sind und zugleich spiralförmig gekrümmt wachsen, ähnlich den Blättern einer Pilularia, Fig. 17a und 18; neben ihnen entstehen bald 1 oder 2 andere astförmige Auswüchse, die, statt sich spiralförmig zu krümmen, gleich nach ihrem Erscheinen an der Spitze kugelig anschwellen und fortfahren sich in dieser Weise allseitig auszudehnen, bis sie die Gröſse des gekrümmten Astes erreicht haben und der kugelige Kopf ungefähr den dreifachen Durchmesser jenes Astes besitzt, Fig. 20 u. 21.

Beide Organe sind bei ihrem ersten Auftreten kaum von einander zu unterscheiden, beide sind Aesten ähnlich, die durch die Ausdehnung einer unter der Hüllhaut, befindlichen endogenen Zelle entstehen; doch bald tritt auſser jener Verschiedenheit der Form noch eine andere ein. Die in der Spitze des gekrümmten Astes befindliche Tochterzelle nämlich, die bisher Chlorophyll enthielt, beginnt sich mit einer hellen durchsichtigen Flüssigkeit zu füllen, während der Farbstoff sich vermindert und kleine farblose Bläschen sich zeigen, deren körniger Inhalt durch Salpetersäure und Jod gelb gefärbt wird. Die mit diesen schleimigen Stoffen erfüllte Zelle zweiten Grades, die anfangs nur die Spitze des gekrümmten Astes einnahm, dehnt sich fast bis auf den Grund desselben aus, während der Ast selbst sich noch bedeutend vergröſsert und die aus dem Stamme in den Ast hineinragende zweite Tochterzelle in jenen zurückgedrängt wird. In dem kugeligen Aste beobachtet man inzwischen eine andere Entwickelungsweise: in diesen hinein wächst nur eine endogene Zelle des Stammes, gleichzeitig mit ihrer Vergröſserung sich mit Chlorophyll anfüllend (Fig. 19, 20, 21); es erscheint dieser Ast bis zu dieser Entwickelungsstufe einer regelmäſsigen, gestielten Kugel ähnlich. Nachdem er jedoch fast seine Gröſse erreicht und in dem

immer eine mit Wassergas gesättigte Luft enthält und die Sporen selbst stets befeuchtet sind, so tritt dieser Unterschied in der Entwickelung der Aeste weit schwieriger meist gar nicht hervor, ebensowenig wie die weiter unten anzuführenden Erscheinungen; es scheint durchaus ein durch die freie Luftbewegung hervorgerufener Gegensatz der physikalisch-chemischen Verhältnisse nothwendig.

dicht daneben befindlichen, gekrümmten Aste die Verminderung des Chlorophylls und die Bildung der hellen Flüssigkeit und Bläschen ihren Anfang genommen hat, dehnt sich die Kugel nach der Seite dieses Astes hin vorwiegend aus, in seiner Form jetzt an die jüngste Entwickelungsstufe des gekrümmtwendigen Eichens erinnernd, während in dieser jetzt seitwärts gewendeten Spitze bald sich die Zelle zweiten Grades gänzlich von der Hüllhaut zurückzieht, so dafs diese dieselbe wie ein weiter Mantel umgiebt (Fig. 23). Auch an dem Grunde des kugelförmig erweiterten Astes erkennt man jetzt die Trennungslinie zweier innerer Zellen (Fig. 23 und 24), die nur noch durch die Hüllhaut zusammengehalten werden.

Während nun einige der farblosen, undurchsichtig-körnigen Bläschen im Inneren des gekrümmten Astes immer mehr an Gröfse zunehmen, geht auch mit dem Inhalte des kugeligen Astes eine Veränderung vor, indem an der Stelle der Farbstoffbläschen sich ölhaltige Bläschen finden und zugleich sich ein grüngefärbter Schleim über dieselben ausbreitet, wodurch der Zusammenhang dieser Veränderungen noch schwieriger zu erkennen ist. Der fette Stoff, der in Aether sehr leicht, schwieriger in Alkohol und ätzendem Kali löslich ist, kann entweder in den Chlorophyllbläschen durch unmittelbare Umsetzung des Farbstoffes gebildet sein, oder in besonderen Bläschen neben jenen, die darauf verflüssigt ihnen theilweise als Nahrungsstoffe dienten, oder drittens, es konnten letztere nach Analogie des Stärkemehls, innerhalb der Chlorophyllbläschen als Kern entstehen und sich auf Kosten der mütterlichen Zelle vergröfsern. Der letztere Fall ist mir der wahrscheinlichere, jedoch durch die Beobachtung das wahre Verhältnifs noch darzulegen.

Zu der Zeit der vollständigen Füllung des kugeligen Astes mit dem fettigen Stoffe dehnt sich die denselben einhüllende Zelle zweiten Grades wiederum so weit aus, dafs sie die vorher in einiger Entfernung über die Spitze ausgespannte Hüllhaut wieder berührt. Hierauf zerreifst nun gleichzeitig die Spitze des spiralig-gekrümmten Astes und läfst die in ihm enthaltenen Bläschen heraustreten. Diese sind bei ihrem Hervortreten farblos, doch durch einen schleimig-körnigen Inhalt undurchsichtig; Fig. 24a. zeichnete ich ein solches bei 500facher Vergröfserung, ich beobachtete dies von seinem ersten Hervortreten bis es nach 24 Stunden die in c gezeichnete Gröfse besafs (250mal vergröfsert), anfangs näherte es sich im Wasser schwimmend der ihr zugewendeten Spitze des benachbarten Astes, entfernte sich jedoch augenblicklich nach der Berührung wieder, langsam bis an die entgegengesetzte Seite des gekrümmten Astes sich bewegend, darauf wieder jener Spitze zuschwimmend, wieder sie berührend und wieder auf ähnliche Weise sich entfernend; dies Spiel wiederholte sich mehreremal, während welcher Zeit die Zelle a sich um das Doppelte vergröfserte, dann haftete sie endlich, nach 3—4maliger Entfernung, der Spitze des kugelförmigen Astes an und beide waren nach kurzer Zeit an der Berührungsstelle durchlöchert (Fig. 24b.), und so ihrem Inhalte Gelegenheit gegeben, ohne die Diffusionsfähigkeit der Zellhäute zu benutzen, sich mit einander zu vermischen.

In dem Fig. 24 gezeichneten Falle begnügte sich die Zelle b nicht den flüssigen Inhalt der mit Absonderungsstoffen angefüllten Astzellen in sich aufzunehmen, sondern liefs durch die an der Berührungsstelle jetzt vorhandene Oeffnung ein Theilchen jener Stoffe nach dem andern in sich übergehen, wodurch es schnell um das Vierfache seiner Gröfse anschwoll, grün gefärbt wurde, indem das farblose Fett

meistens durch anhängendes Blastem diese Farbe besafs und nach wenigen Minuten wieder die Vereinigung auflöste und in dem Wasser frei umherschwamm. Nach zwei Stunden besafs diese Zelle die in c (250mal) gezeichnete Gröfse, die in ihr anfangs (a) enthaltenen Bläschen und Körnchen hatten sich alle mehr oder weniger ausgedehnt und eine grünliche oder bläulich-grüne Farbe angenommen. Nach 12 Stunden fand sich ein abgerundeter Haufen von Chlorophyllbläschen an der Stelle der Zelle c und bezeichnete den Ort wo die mütterliche Hülle ihre Thätigkeit beendet hatte.

Dies ist indessen nicht der regelmäfsige Verlauf dieses Befruchtungsvorganges, denn als einen solchen glaube ich ihn ansprechen zu müssen, ich beobachtete es in dieser Weise nur einmal und vermuthe die Ursache in der schon zu weit vorgeschrittenen Entwickelung der sekrethaltigen Astzelle. Die Haut dieser war nämlich schon bedeutend verdickt, ein Zustand der in der Regel erst später, nach der Vereinigung eintritt.

In anderen Fällen, und diesen Vorgang beobachtete ich sehr häufig[1]), hafteten die beiden Zellen nach ihrer Berührung längere Zeit (einen oder einige Tage) aneinander, ohne ein Verwachsen genau erkennen zu lassen (Fig. 26a), während eine gewisse Wechselwirkung beider durch eine Färbung und Vergröfserung der endogenen Bildungen der Zelle dritten Grades ersichtlich wurde. Nach dieser Zeit sah man deutlich die innige Vereinigung der Häute dieser beiden Zellen zu einem einzigen Ganzen (Fig. 26b), ohne dafs ein Uebertreten der fettartigen Absonderungen in die Zelle dritten Grades zu bemerken gewesen wäre, die in dieser enthaltenen Bläschen färbten sich allerdings während ihrer Vergröfserung grün, in einer farblosen Flüssigkeit schwimmend, doch konnte dies nur auf Kosten der Zelle zweiten Grades stattfinden. Darauf verlängert sich diese angewachsene Zelle, wie in Fig. 27 gezeichnet, und wächst zuweilen kugelförmig aus (Fig. 26c), so dafs es scheint, als seien zwei Absonderungszellen verwachsen, doch sah ich dieselbe nie sich weiter entwickeln.

Regel scheint indessen ein dritter Fall zu sein, nämlich der: dafs sich die Spitze der Absonderungszelle dicht an den gekrümmten Ast anlegt (Fig. 23a), worauf an der Berührungsstelle die Hüllhaut des gekrümmten Astes resorbirt wird und die in derselben befindliche mit farblosen, schleimig-körnigen Stoffen erfüllte Zelle sich in die Absonderungszelle selbst hineinbegiebt, und zwar sah ich einmal deutlich (was ich Fig. 23c zeichnete), dafs hiebei die Häute der Absonderungszelle nach innen geschoben waren, indem der in ihr befindliche Absonderungsstoff vermindert und der eingedrungenen Zelle gewichen war. — So leicht dieser ganze Befruchtungsvorgang zu übersehen ist, so ist doch die Frage über das Verhalten der Haut der Absonderungszelle ohne Vorbereitungen in dem natürlichen Zustande der Pflanze ebenso schwierig zu beobachten, wie dasjenige des Embryonalsackes bei den zusammengesetzteren Pflanzen; ich brachte es hier dadurch zur Erscheinung, dafs ich die in der Vereinigung befindlichen Zellen eintrocknen liefs, wodurch sich der die innere Wan-

[1]) Diese Beobachtungen machte ich sowohl an Gewächsen, die sich zwischen zwei Glasplatten im Wasser befanden, als auch an solchen, die in Uhrgläsern nur wenig angefeuchtet wuchsen. Bei Letzteren, die in einem mehr naturgemäfsen Zustande sich befanden, konnte ein Hin- und Herschwimmen der Zellen natürlich gar nicht stattfinden, hier trat der dritte beobachtete Fall der Vereinigung beider Zellen ein, der bei den weiter unten erwähnten Formen (Fig. 31), die auf feuchtem Boden wachsen und diese Zellen an der Spitze kleiner aufrechter Aeste tragen, allein nur beobachtet wurde.

dung der Absonderungszelle bedeckende gefärbte Stoff aus der durch die eingedrungene Zelle angefüllten Spitze zurückzog (Fig. 23b und c).

Nach der beendeten Befruchtung hat die Absonderungszelle wieder das Ansehen wie vor derselben, nur das bei durchfallendem Lichte (Fig. 25a) die neu hinzugekommene Zelle, bräunlich gefärbt in der Mitte zu erkennen ist; die hineingebogene Spitze der Hüllhaut liegt jetzt wahrscheinlich den Seitenwandungen eng an, denn sie ist nicht mehr zu erkennen.

Zu dieser Zeit trennt sich nun auch der mit Absonderungsstoffen erfüllte Ast von dem Stamme und die in ihm befindliche (Fig. 25b) oder mit ihm vereinigte Zelle (Fig. 27) wächst entweder sogleich, oder sobald ihr die nothwendigen Bedingungen gegeben werden, zu einem einfachen, oder wenig verästelten Schlauche aus (Fig. 28 und 29); doch ist es mir bisher nicht gelungen, so grofse und kräftige Formen sich entwickeln zu sehen wie die *Conferva fontinalis* in den Bächen zeigt; wahrscheinlich weil die unter meinen Augen in Uhrgläsern und anderen Gefäfsen gewachsenen Pflanzen das fliefsende Wasser und den damit verbundenen lebhaften Luftwechsel entbehrten.

Hält man die Pflanze nach geschehener Befruchtung nur eben soviel angefeuchtet, dafs dieselbe nicht ganz eintrocknet, so entwickeln sich die neuen Keime gar nicht; deren Inhalt entfärbt sich gänzlich, während ihre Hüllhaut sich bedeutend verdickt und sie hierdurch von den Einflüssen der Aufsenwelt abgeschlossen zu sein scheinen. In diesem Zustande tritt auch der dann dunkel gefärbte Zellkern, der früher durch den Farbstoff und den fettartigen Absonderungsstoff gänzlich verdeckt wird, deutlich hervor (Fig. 30). — Diese Keime habe ich so drei Monate lang beobachtet und darauf unter Wasser gebracht, wieder sich grün färben und die angewachsenen Zellen sich zu langen Fäden entwickeln sehen.

Uebersehen wir nun noch einmal die eben beschriebenen Erscheinungen, um eine Deutung der Organe zu versuchen, so finden wir zunächst in der Vereinigung zweier chemisch wie physikalisch ungleichwerthigen Zellen zu einem entwickelungsfähigen, die Form der Stammpflanze wiederholenden Keime das einfachste Bild der Befruchtung so klar vor Augen gelegt, dafs die physiologische Bedeutung dieser einerseits kohlenstoffreichen Nahrungsstoff enthaltenden, andererseits mit stickstoffhaltigem, zum Theil schon in neue Formen eingegangenem Bildungsstoff erfüllten Zellen, als Befruchtungsorgane wohl aufser Zweifel liegt, und dafs die mit Absonderungsstoffen erfüllte Zelle: dem Keimsacke, — die den Bildungsstoff enthaltende: der Pollenzelle, zu vergleichen sei. Es wird ferner durch die in verschiedenartigster Weise vor sich gehende Keimbildung dasjenige höchst wahrscheinlich, was ich schon vermuthungsweise früher auszusprechen Gelegenheit nahm, dafs das Wesen des Befruchtungsactes vorzugsweise auf der Vermischung der in den beiden denselben ausführenden Zellen enthaltenen Flüssigkeiten beruhe und dafs das Verhältnifs der Vereinigung der beiden Zellenhäute selbst zunächst für die Entstehung des zelligen Keimes eine untergeordnete Bedeutung habe. Wir sehen das pollenähnliche Bläschen den Versuch machen sich unabhängig von der Keimsackzelle zu entwickeln, nachdem es sich deren Inhalt angeeignet: es vereinigten sich ferner die Häute dieser beiden Zellen zu einer einzigen den Inhalt beider umschliefsenden Hülle, doch ging das Erzeugnifs beider nach kurzer Lebensthätigkeit zu Grunde oder wurde bei sehr verlangsamter Entwickelung

nicht hinreichend beobachtet: und endlich die Pollenzelle hüllte sich in die Keimsackzelle und deren Inhalt, und war so zu rascher und vollständiger Entwickelung befähigt.

Welchen Einfluſs die Häute der beiden zur Bildung des neuen Pflanzenkeimes zusammenwirkenden Zellen auf die von demselben zu erstrebende Form ausüben, dies bleibt weiteren Beobachtungen zu entscheiden übrig.

Für die Systematik wird durch die mitgetheilten Beobachtungen das Ergebniſs gewonnen, daſs die von De Candolle als *Vaucheria sessilis* beschriebene Form keine eigene Pflanzenart, sondern der Vorkeim der *Conferva fontinalis* ist. Wollte man diesen mit wirklichen Befruchtungsorganen versehenen Vormkeim als Hauptform, dagegen die Sporen tragende, als eine sich durch eine Art von Theilung vermehrende, ihr untergeordnete Entwickelungsstufe betrachten; so würde man in diesem Formenwechsel verschiedener pflanzlicher Entwickelungsreihen eine ähnliche Erscheinung erblicken können, wie von Steenstrup die verschiedenartigen Gestaltungen in der Entwickelung der Medusen etc. aufgefaſst wurden.

Da die Beobachtung zeigt, daſs es ganz von den Lebensverhältnissen abhängig ist, ob das als *Vaucheria sessilis* bekannte Gewächs, seiner Mutterpflanze gleich, Sporen erzeugt oder Befruchtungsorgane hervorbringt, so wird schon dessen Eigenschaft als eine von der Mutterpflanze verschiedene, selbständige Pflanzenart zweifelhaft. Ueberdies finden wir in dem Vorkeime der Farrne, seit Suminsky's Entdeckung der hier gleichfalls vorhandenen Befruchtungsorgane, eine unverkennbare Aehnlichkeit, wenn es auch bisher nicht gelang an diesem die Entwickelung von Sporen zu beobachten.

Da ich ganz gleiche Befruchtungserscheinungen an der *Vaucheria geminata* DC. beobachtete (Fig. 31 a—h), ist es wohl sehr wahrscheinlich, so daſs auch die übrigen ähnlich gebauten Vaucherien, wie die *litorea* Ag., *hamata* DC., *multicornis* DC., *terrestris* DC. u. a. m., eine diesen beiden Formen ähnliche Bedeutung haben und als selbständige Pflanzenarten ferner nicht mehr gelten dürfen.

Dieser Aufsatz wurde von Pringsheim in seiner Schrift: „Zur Kritik und Geschichte der Untersuchungen über das Algengeschlecht“ einer Kritik unterworfen; leider aber in seinen Hauptsätzen so entstellt wiedergegeben, daſs ich gegen diese Fälschung meiner Angaben in der Bot. Zeitung 1857 Sp. 1 und 1860 pag. 385, so wie in der Untersuchung über „das Geschlechtsleben der Pflanzen und die Parthenogenesis 1860“ wiederholt auftreten muſste.

Ueber den Bau

der

Cecropia peltata Linn.

Hierzu Taf. XVIII.

Nova acta Acad. Caes. Leop. Carol. nat. cur. Vol. XXIV. P. I. 1854.

Bei der Academie eingegangen den 17. Decbr. 1851.

Die verschiedenen Arten *Cecropia* Venezuela's, die theils in den heifsen und feuchten Thälern (*C. peltata* L.), theils in den kühleren Gebirgswäldern (*C. digitata* Kl., *C. nivea* Pöppig, *C. Ruiziana* Kl.) wachsen, sind alle ausgezeichnet durch ihre eigenthümliche Haltung und Blattform; sie erinnern an den verwandten *Artocarpus*, an die Aralien mit fingerförmiggelappten Blättern, und noch mehr, wenigstens so lange sie eine ausgebreitete Krone entbehren, an die *Carica*. Der glatte, weifslich-graue Stamm ist zeitlebens durch die entfernt stehenden, ihn ringförmig umfassenden Blattnarben gezeichnet, an deren einer Seite man an den jüngeren Stämmen und Zweigen die dreieckige Narbe der mittleren Blattstielbasis unterscheidet, dies päter immer schmäler wird und endlich mit der übrigen Ringnarbe verschmilzt. In einer Höhe von 30′—40′ beginnt die Verzweigung der wenigen, sparrigen Aeste, deren oberes Ende die langgestielten, grofsen, schildförmigen Blätter trägt, die bis zur Entfaltung unter der grofsen, kegelförmigen Blattscheide verborgen sind. Der Stamm sowohl, wie die Blattstiele, sind hohl, das Rohr des ersteren in den Knoten durch stehenbleibende Scheidewände quergetheilt; die jungen beblätterten Zweige, die zuweilen einen Durchmesser von 3″ haben, bestehen, unsern Unbelliferen gleich, aus einem verhältnifsmäfsig dünnwandigen Cylindermantel, der die weite mittlere Höhle umfafst.

Fig. 1 zeichnete ich in fünffacher Vergröfserung einen Theil des Querschnittes eines zwei Zoll dicken Stammes der *Cecropia peltata,* um die verschiedenen Gewebe, die den Stamm zusammensetzen, anschaulich zu machen. Das der Mittellinie zunächst befindliche Gewebe ist ein dünnwandiges, lufterfülltes Parenchym, aus den rundlichen Zellen des Markes bestehend, das die Mitte der jüngsten Axe ausfüllt, später die Höhle derselben begrenzend und die innere Oberfläche des Holzcylinders bedeckend (Fig. 2a 180 mal vergröfsert). Durch eine dünne Schicht porös verdickter Cylinderzellen, deren längere Axe in horizontaler Richtung liegt, wird dies Markgewebe von einem kugligen, gleichfalls fein porös-verdickten Zellgewebe getrennt (Fig. 2b u. c), in dem zerstreut die zuerst in der Axe auftretenden Spiralfasern und verwandte Gebilde stehen, die in radiale Reihen geordnet sind, zunächst von verholzten Cylinderzellen (Markscheide) umgeben. Hieran grenzt die Holzschicht, die aus wenig- und fast gleichförmig verdickten, nur schwach fein punktirten spindelförmigen Zellen be-

steht, und die durch radiale Schichten von parallelepipedischen dicht- und fein-porös-verdickten, mit Stärke angefüllten Zellen (deren lange Axe mit der Pflanzenaxe parallel), den Markstrahlen, in gleichfalls radiale Schichten gesondert ist, in denen in mehr oder weniger grofsen Abständen einzelne, oder zu zwei oder drei beisammenstehende sehr weite Netzfasern zerstreut stehen. Fig. 3 zeigt eine solche Netzfaser mit dem benachbarten Gewebe im Querschnitt 180mal vergröfsert.

Dieser Holzcylinder wird nach aufsen bedeckt durch ein ziemlich bedeutendes Rindengewebe, in welchem man zwei Abtheilungen unterscheiden kann, eine innere von Bast- und Milchsaftfasern durchzogene Schicht, deren Zellen Stärke und Chlorophyll enthalten, und eine äufsere Schicht, aus gröfseren, nur chlorophyllhaltigen von Gummikanälen durchzogenen Zellen bestehend und nach aufsen von einer geringen Schicht Korkgewebes bedeckt. — Die innere stärkehaltige Rindenschicht ist mit den jüngsten Holzzellen Fig. 4 im Querschnitt 180mal vergröfsert. Die Markstrahlen erstrecken sich durch das Rindenparenchym bis an die äufsere Seite der innern Bastbündel, deren dieser Rindentheil zwei Schichten enthält; neben den Markstrahlenzellen finden sich besonders häufig dünnhäutige, enge Cylinderzellen, Krystalldrusen enthaltend, welche letztere sich in Essigsäure theilweise unter Gasentwickelung lösen und einen Zellkern zurücklassen. Es ist dies ein fast regelmäfsiges Verhalten der cambialen Zellkerne während der Ruheperiode; man trifft im Winter vor dem Eintritte der Regenzeit dieselben bei den verschiedensten Pflanzen in diesem, man könnte sagen versteinerten Zustande, während in ihrem Innern eine erneute und vermehrte Lebensthätigkeit durch Verarbeitung des stickstoffhaltigen Stoffes in eine grofse Anzahl endogener Bläschen vorbereitet wird. — Die Bastfasern, die gruppenweise in zwei verschiedenen Kreisen diesen Theil des Rindenparenchyms durchziehen, sind gänzlich[1]) angefüllt durch die Verdickungsschichten, das Assimilationsprodukt der innern Zellenhäute, während die primäre Zelle nicht verdickt ist. Diese primäre Zelle wird durch verdünnte Schwefelsäure nicht geröthet, wie die verdickten endogenen Häute; in sehr alten Stämmen verlieren jedoch auch sie diese Eigenschaft, und nur die in dem jüngsten Rindengewebe befindlichen werden dann durch Schwefelsäure geröthet; durch Salpetersäure wird die innere der beiden verdickten Schichten hier gelb gefärbt, während die äufsere hell bleibt; darauf mit Jod behandelt, wird die innere brandgelb, die äufsere roth. Man sieht, dafs die Assimilationsthätigkeit der verschiedenen endogenen Membranen eine verschiedene ist und von der äufsern zur innern vorschreitet.

Neben den Bastbündeln befinden sich besonders in dem jüngsten Rindengewebe einzelne Milchsaft-Fasern oder -Zellen, die in einer trüben, an Faserstoff und Käsestoff reichen Flüssigkeit[2]) unregelmäfsige, plattenförmige Körperchen enthalten, welche, ihrem Verhalten gegen Säuren, Aether, Alkohol und Aetzkali gemäfs, ein wachsartiger Stoff sind. In der äufsern, Chlorophyll enthaltenden Rindenschicht be-

[1]) Innerhalb der zweiten verdickten Faser findet sich eine höchst geringe Menge eines festen, braunen, körnigen Stoffes, wie mir schien, der Rest des Inhalts der endogenen Zellen.

[2]) Folgende Versuche, die ich mit dem ausgeflossenen Safte anstellte, führten mich darauf, dafs derselbe, aufser den darin schwimmenden Fettbläschen, eine Auflösung von Faserstoff mit Käsestoff enthält: „Der frisch aufgefangene Saft reagirt sauer, färbt sich bald an der Luft grünlich-braun und setzt ein Coagulum ab, das sich später braun färbt. Schlägt man die Flüssigkeit mit einem Stabe, so hängt sich eine gleiche zähe Masse an denselben, die

finden sich nahe unter dem Korkgewebe einzeln stehende, weite Gummikanäle von dünnwandigen, Chlorophyll und Stärke führenden Zellen umgeben.

Etwas verändert ist die Beschaffenheit der Gewebe des Stammes der *Cecropia* während des lebhafteren Wachsthumes in der Regenzeit. Die neben den Spiralfasern befindlichen Cylinderzellen, so wie das sie umgebende Parenchym (Fig. 2 b c), besitzt dann nicht die punktirt verdickten Wandungen, sondern fast gleichförmige dünne Häute und ist mit Stärke angefüllt; ebenso enthalten auch die spindelförmigen Holzzellen (Fig. 3 c) dann Stärke; die Häute der Bastfasern dagegen waren weniger verdickt, schienen auch an Zahl abgenommen zu haben und die Zellen des Cambiums nicht mit incrustirten Zellkernen, sondern mit einer trüben, Bläschen führenden Flüssigkeit erfüllt, während die benachbarten Gewebe des Holzes und der Rinde augenscheinlich in der Vermehrung ihrer Theile durch Neubildung begriffen sind.

Durchschneidet man den Gipfeltrieb des Stammes, um die Reihenfolge der Entstehung der verschiedenen Elementargewebe und deren Umbildung zu beobachten, so sieht man, dafs die erste Sonderung in Mark- und Rinden-Parenchym begleitet ist von dem Auftreten der Spiralfasern in dem Cambiumcylinder, der jene beiden Gewebe trennt; in dem Rindenparenchym und in dem Cambium erscheinen dann vor den Spiralen einzelne, vertikale Reihen weiterer Zellen, die sich durch Resorption ihrer Querwände zu Fasern vereinigen; die in dem Rindengewebe befindlichen verändern sich dann anatomisch nicht weiter, sie sondern später, wenn sich in dem benachbarten Gewebe Stärke gebildet hat, Gummi ab; die vor den Spiralfasern stehenden, mit einer trüben, schleimig-körnigen Flüssigkeit erfüllten, verändern sich später in Poren- oder Treppen-Fasern, die, wie ich schon früher gezeigt (pag. 113), durch das nahe Anliegen benachbarter Zellen als Netzfasern erscheinen.

In dem Rindengewebe, besonders in den peripherischen Theilen, besteht etwas länger die Zellenbildung, als im Marke; in der behaarten Epidermialschicht selbst und den ihr benachbarten Zellen dauert auch dann noch die Entstehung neuer Zellen fort, ganz gleich dem zum Holzcylinder gehörenden Cambium, wenn schon in dem innern Rindengewebe die Zellen der Milchsaft- (spätern Bast-) Fasern zu unterscheiden sind. Diese Milchsaftfasern finden sich an der Stelle der Bastfasern in dem jüngsten Rindengewebe als längere, dünnwandige Cylinderzellen, deren sekundäre Zelle mit einer trüben, körnigen Flüssigkeit angefüllt ist. In dem eben ausgewachsenen, Chlorophyll haltenden Rindengewebe hat sich der trübe Inhalt zu einer klaren Flüssigkeit, in der kleine, mit Wachs erfüllte Bläschen enthalten sind, umgeändert, und die vertikal übereinanderstehenden Zellen sind bei resorbirten Querscheidewänden zu Fasern verwachsen. Um hier gleich die weitere Umwandlung dieser Fasern zusammenzufassen, füge ich schon hier hinzu, dafs in den älteren, blattlosen Stammtheilen

beim Verbrennen Ammoniak entwickelt Aetzendes Ammoniak färbt die helle Flüssigkeit grün, ohne sie zu trüben; der coagulirte Stoff wird gleichfalls grün gefärbt, doch nicht aufgelöst, ebenso ist der geronnene Stoff in den Mineralsäuren, wie auch in Oxal- und Essigsäure, und in ätzendem Kali nicht löslich; läfst man den Saft jedoch in verdünnte Lösungen dieser Substanzen tröpfeln, so wird die Ausscheidung verhindert. Durch concentrirte Salpetersäure wird die Flüssigkeit getrübt, der Niederschlag löst sich bei Zusatz von Wasser. Durch verdünnte Salpetersäure entsteht kein Niederschlag. — Auch nach der Abscheidung des Faserstoffs schlägt Salpetersäure noch weifse Flocken nieder, die sich in Ammoniak lösen. Den gleichen Niederschlag erhält man durch Essigsäure, ebenso löslich in Ammoniak, doch auch in einem Ueberschusse von Essigsäure.

sich die Haut der sekundären Zellen verdickt findet, während die Fettbläschen nicht mehr zu entdecken sind und der wieder körnig und trübe gewordene flüssige Inhalt durch Eisenchlorid grünlich-braun gefärbt wird, wie früher vor der Vereinigung der Zellen zu Fasern. Später verschwindet auch diese Flüssigkeit, und es findet sich eine zweite Verdickungsschicht in der ersten, dieser von Ansehen ähnlich, doch als jünger entstanden, anfangs wenigstens, von ihr chemisch verschieden.

In der äufsersten Schicht des Rindengewebes hat nun zu der Zeit, wenn die Bildung von Absonderungsstoffen (Chlorophyll, Stärke u. s. w.) in den Rindenzellen beginnt, d. h. wenn das Erscheinen dieser Generation das Ende der cambialen Thätigkeit bezeichnet, gleichfalls die Bildung neuer Zellen aufgehört, doch entstehen in ihm keine festen Sekrete, es lagert sich vielmehr, während sie in die Länge wachsen, ein von ihnen nicht vollständig assimilirter Antheil der Nahrungsflüssigkeit als durchscheinender, fester Zwischenzellstoff zwischen der primären Zelle und der gleichfalls nicht verdickten sekundären Zelle[1]) ab, der erst später von dieser aufgenommen wird, wenn, in der zweiten Vegetationsperiode, nach dem Abfalle der Blätter eine neue Zellenbildung in ihnen beginnt. Diese nimmt dann der Oberfläche zunächst ihren Anfang[2]) (Fig. 6), es entstehen neben Chlorophyllbläschen andere, mit einer klaren Flüssigkeit erfüllte kleine Zellen, die bald sich in den ganzen Raum der primären Zelle theilen, das Chlorophyll assimiliren und in der Form von Korkzellen die abfallende Epidermis ersetzen. Der ganze Vorgang hat die gröfste Aehnlichkeit mit dem weiter unten bei der Wurzelmütze zu beschreibenden, nur dafs dort Stärke, hier Chlorophyll während der Ausbildung des Korkgewebes verbraucht, dort ein an Kohlenstoff, hier ein an Stickstoff reicheres Produkt erzeugt wird; sehr wahrscheinlich ist es wohl, dafs auch dies Oberhautgewebe des Stammes dazu bestimmt ist, die Thätigkeit der abgeworfenen Epidermis mit ihren Haaranhängen zu übernehmen, und die dem Pflanzenkörper nöthigen Nahrungsstoffe, so weit sie in der Luft enthalten sind, zuzuführen. Diese Korkgewebebildung setzt sich von den äufsern Schichten des Rindencambiums bis auf die innerste in gleicher Weise fort, die sich inzwischen in Rindenparenchym umänderten, das jetzt die Bildung von Korkzellen übernimmt, wie es in den meisten übrigen Pflanzen, denen jenes Gewebe nicht eigen ist, von vorn herein hiezu bestimmt ist.

Die Zellen des Cambiums, in welchem die Bildung der Spiral- und Treppenfasern vor sich ging, haben dieselbe cylindrische Form, wie die der cambialen Rindenschicht; aus ihren endogenen Bildungen gehen theils die unmittelbar neben den Spiralen, Treppen- und Netzfasern stehenden spindelförmigen Holzzellen, theils die diese Holzbün-

[1]) Dafs dieser, nach Behandlung mit Schwefelsäure durch Jod sich bläuende Zwischenzellstoff, der bei der *Artanthe flagellaris* resorbirt wird, während sich die Membranen der sekundären Zellen verdicken (die Vegetationsorg. d. P. p. 180), in der That zwischen der Mutter- und Tochterzelle sich befindet, sieht man sehr deutlich bei einigen Malvaceen, Sterculiaceen, Amaranthaceen u. s. w., weniger deutlich hier bei der *Cecropia* und vielen andern Pflanzen, bei denen die Häute der primären Zellen schwer von denen der Zwischenzellsubstanz zu unterscheiden sind. Ob dieses Cambium unmittelbar zur Bildung von Korkzellen Veranlassung giebt, oder vorher zur Vergröfserung des Parenchyms der Rinde beiträgt, ist bei nahe verwandten Pflanzen, bei *Ochroma* und *Bombax*, verschieden; Regel scheint es zu sein, dafs nach Aufsen Kork-, nach Innen Rinden-Zellen aus diesem Cambium-Gewebe hervorgehen.

[2]) Zuweilen findet man die zunächst der Epidermis anliegende, äufserste Zellenschicht dieses cambialen Gewebes ganz mit Zellkernen angefüllt, die von Krystallen kohlensaures Kalkes überzogen sind, ähnlich dem Holzcambium, während die inneren Schichten desselben keine festen Stoffe enthalten.

del trennenden parallelepipedischen Markstrahlenzellen hervor; beide, Holzzellen sowohl, wie Markstrahlenzellen, bekommen später punktirt verdickte Wandungen und füllen sich mit Stärke, die je nach den Wachsthumsperioden verbraucht und wiedererzeugt wird. Ebenso verhält sich das die centrale Seite des Holzcylinders bedeckende Parenchym. Die Gestalt der gröfsten Stärkebläschen ist eine flaschenförmige, und zwar hängen sie mit dem Ende des Flaschenhalses der etwas verdickten sekundären Zelle an; nach ihrer Resorption besitzt diese hier eine Pore. Die Verflüssigung des Stärkebläschens trifft zuerst seinen Inhalt; das fast entleerte Bläschen wird durch Jod röthlich gefärbt.

Die mit den spindelförmigen Holzzellen zugleich aus dem Cambium hervorgehenden, weiten, porösen Fasern, die, wie erwähnt, ebenso wie die in der Rinde enthaltenen Gummifasern aus vertikal übereinanderstehenden Zellenreihen entstehen, haben wohl ohne Zweifel diese Bildung gemein mit den aus dem Cambium zuerst hervorgehenden engen, abrollbaren Spiralen, denn wenn auch die wirkliche Entstehung dieser letzteren sehr schwierig zu beobachten ist, darf man es wohl nicht nur nach Analogie mit den verwandten Fasern, sondern auch aus einzelnen verlangsamten Bildungen schliefsen, bei denen die Zellen, aus denen die an einer Stelle sehr rasch zusammenwachsende Faser besteht, an einer andern Stelle längere Zeit und zum Theil beständig als Spiralzellen verharren. Dafs alle diese Verdickungsschichten durch die Lebensthätigkeit der sekundären Zellen, durch den Assimilationsprozefs der Häute dieser entstehen, habe ich schon p. 39, 77 u. a. O. gezeigt und seitdem verschiedentlich Gelegenheit gehabt, zu wiederholen; auch hier habe ich Fig. 4a′ in 500maliger Vergröfserung die jüngsten Zellen einer entstehenden Porenfaser gezeichnet, in der die sekundäre Zelle durch Endosmose von Alkohol mit den in ihr enthaltenen und ihr anhängenden Bläschen von der primären Zelle entfernt ist, während der noch vorhandene Zellkern aus der zerrissen Zelle hervortritt. Fig. 4b′ eine ältere poröse Faser, in der die Haut der sekundären Zelle mit den ihr anhängenden Bläschen porös verdickt ist; c′ eine andere poröse Faser, durch die aufsen umstehenden Zellen und die denselben entsprechend vertheilten endogenen Bläschen zur Netzfaser geworden.

Ganz ähnlich, wie im Stamme, verhalten sich die Gewebe im Blattstiele, nur dafs die Bildung der Holzschicht mit den weiten Netzfasern hier nicht eintritt und auch das Korkgewebe nicht entsteht[1]); von dem in den Zellen des Rindencambium enthaltenen Zwischenzellstoff wird kaum etwas assimilirt; vor dem Abfalle des Blattes trocknet derselbe zusammen, wie die Cambiumzellen selbst.

Die gegen das Ende der cambialen Thätigkeit des Gewebes der Axenspitze gleichzeitig mit dem Auftreten des Parenchyms entstehenden Spiralfasern verlängern sich auch durch mehrere Internodien des Stammes, bis sie in eine Blattanlage eintreten; in dieser erscheinen sie sehr früh, bevor noch die Gestalt des obern Blatttheiles in deren Anlage zu erkennen ist.

[1]) Bei denjenigen Blättern, die zwei Vegetationsperioden erleben, geht auch in diesem Rindencambium des Blattstieles eine gleiche Umbildung in Parenchym und Korkgewebe vor sich. Bei der *Guarea trichilioides*, auf deren erneute Blattfieder-Bildung an der Spitze des alten Blattstieles ich schon früher aufmerksam wurde (Bot. Zeit. 1846. 7.), entwickelten die Gewebe des an der Spitze weiter wachsenden Blattstieles sich in gleicher Weise, wie die der neu aus der Axenspitze hervorwachsenden Blätter: der ältere Theil derselben zeigte dann dieselbe Entwickelung und Umbildung der Gewebe, wie diejenigen der zweijährigen Axe.

Die jüngsten Blattanlagen erscheinen in der Form einer dreiseitigen Pyramide an einer Seite der halbkugelförmigen cambialen Axenspitze; das Gewebe dieser Pyramide vermehrt sich in allen ihren Theilen gleichmäſsig, während ebenso die eigentliche Axenspitze in ihrer Vergröſserung und Weiterbildung fortfährt, umgiebt bald mit der Basis fast den ganzen Umfang der Axe, indem in dieser die Zellgewebevermehrung sich in der Weise fortsetzt, daſs nicht nur eine Verlängerung, sondern auch eine Verdickung und wulstförmige Hervorragung an der Axe in der Höhe der zuerst hervortretenden Blattandeutung eintritt. Diese pyramidale Blattandeutung umgiebt mit der wulstigen ringförmigen Basis, wie ein zusammengehöriges Ganze, die Axenspitze, wie diese in allen ihren Theilen aus gleichartigem cambialen Gewebe bestehend und an Masse zunehmend. Neben der zuerst hervorgetretenen Spitze, die jetzt an der der Axe zugewendeten Seite concav, an der abgewendeten Seite convex geformt ist, erscheint darauf jederseits auf dem wulstigen Ringe eine andere Hervorragung, und in diesem Wulste tritt während der Gewebevermehrung des Ganzen, durch vorherrschende Zunahme des obern und untern Theiles eine Trennung ein, so daſs der obere Theil mit den beiden zuletzt hervorgetretenen Spitzen, der untere mit der zuerst erschienenen einen zusammengehörigen Körper bildet, und jetzt ein innerer, oberer, zweispitziger, gröſserer und ein äuſserer, unterer, einspitziger, schmälerer Ring die Axe umgiebt. Der obere Wulst ist an der entgegengesetzten Seite der zuerstentstandenen, ihn jetzt bedeckenden Pyramide nicht ganz geschlossen, der untere hier sehr schmal; im Verlaufe der ferneren Ausbildung der Axe tritt dieser letztere, in dem sich die von dem Umkreise nach dem Blattstiele wendenden Spiralen verlaufen, immer mehr gegen den zuerst hervorgetretenen Theil der Anlage des Blattes zurück, indem er mit der mehr und mehr im Durchmesser zunehmenden Axe verschmilzt und als ein früh ausgebildeter Theil dieser angesehen werden kann, wenn man nicht etwa vorzieht, die ganze primitive Axe als eine Verschmelzung von Blatttheilen zu betrachten.

Der obere, zweispitzig gewordene Theil des Wulstes, die Anlage der Blattscheide, gestaltet sich durch fortdauernde Vermehrung des in allen seinen Theilen gleichförmigen cambialen Gewebes zu einem Rohre oder Kegelmantel um, der die Spitze der Axe, mit ihren inzwischen hervortretenden Blattanlagen, einhüllt; an der Stelle, wo der Wulst nicht geschlossen war, ist auch diese Scheide durch einen Längenspalt geöffnet; doch indem auch hier, wie in dem ganzen Gewebe der Scheidenanlage, der Zellenbildungsprozeſs sich fortsetzt, wachsen die beiden Ränder dieses Spaltes weit übereinander, wodurch an dieser Seite die innern höherstehenden Organe durch eine doppelte Decke geschützt sind.

Die zuerst erschienene, tiefer an der Axe stehende Blattanlage, deren ganzes Gewebe inzwischen gleichfalls durch fortgesetzte endogene Zellenbildung vermehrt wurde, wächst an dem Umkreise ihres stumpfen Gipfels zu einem Rohre aus, das sich durch fortdauernde endogene Bildung in vertikaler, wie besonders horizontaler Richtung zu einer Fläche umgestaltet, an der sich die späteren Rippen der Blattfinger durch eine vermehrte Zellenbildung auszeichnen, während auch die Basis der Blattanlage, zugleich mit dem darunter befindlichen, zur Zeit noch nicht zu unterscheidenden Stammtheile, in dem Neubildungsprozesse fortfährt, und so alle Theile des Blattes nach und nach deutlicher hervortreten.

In dem Gewebe der Axe ist in der Horizontallinie des zuerst erschienenen Blattwulstes die cambiale Thätigkeit zuerst beendet, während sich beiderseits, sowohl in dem obern wie untern Internodium, die lebhafteste Zellenvegetation fortsetzt.

Die Umgestaltung des noch gleichförmigen cambialen Gewebes zu eigenthümlich geformten Zellen und Fasern beginnt von den älteren Theilen aus; also von dem Grunde des Blattes und endet in dessen Spitze. Ebenso schreitet der Wachsthumsprozefs der Zellen der Internodien von unten nach oben vor; doch ist der untere Theil des oberen Internodiums weiter ausgebildet wie der obere des nächst vorhergehenden, da das Wachsthum des Zellgewebes, seiner Bildung entsprechend, in den Knoten verhältnifsmäfsig viel früher beginnt und beendet ist, wie in den Zwischenknoten, in die es sich von dem nächst untern Knoten fortsetzt.

Aus dem ganzen Umkreise des Cambiumcylinders der Axe wenden sich einzelne der zur Zeit noch einzeln stehenden Spiralfasern nach der Oberfläche zu, sich in der Richtung der Blatt- und Scheiden-Anlage fortbildend; und zwar verlassen, von unten nach oben gerechnet, diejenigen Spiralen, die sich in dem der Blattanlage entgegengesetzten Theile der Axe befinden, zuerst ihre vertikale Richtung, sich in einem Bogen nach aufsen seitwärts und aufwärts in die Blattbasis begebend, entsprechend der Beendigung des cambialen Zellenlebens. An beiden Seiten folgen die dem Blatte näheren Fasern des Cambiumcylinders, einen ähnlichen Bogen beschreibend, bis endlich die unterhalb der Blattstielbasis befindlichen Spiralen nur einen einfachen Bogen nach Aufsen machen, um zuerst von allen in das cambiale Gewebe des Blattes sich zu verlängern. Die für die Blattscheide bestimmten Spiralen beschreiben keinen solchen Bogen, sondern verlängern sich einfach noch oben und verlassen erst neben dem Blattscheidengrunde den Cambiumcylinder.

In dem Blattstielgrunde durchkreuzen sich alle die in ihn eintretenden Fasern, ordnen sich darauf in dem cambialen Gewebe zu einem der Form des Blattstieles entsprechenden Cylinder, durchwachsen denselben in seiner ganzen Länge, durchkreuzen sich in seiner Spitze unterhalb der schildförmigen Blattfläche nochmals, worauf sie in diese hinein sich verlängern. So stellen die Fasern des Blattstieles einen an beiden Enden geschlossenen Cylinder dar, in welchem sich das Markparenchym des Blattstieles befindet, das während der Entfaltung desselben auseinanderweicht und ihn so zu einem hohlen Rohre macht.

In dem Cylinder, den die in die Blattanlage sich begebenden Spiralfasern im Stamme beschreiben, finden sich zwischen diesen bald andere, und wieder andere ein, die, nachdem jene diese vertikale Richtung verliefsen, um sich durch das Gewebe der Stammrinde in das sich bildende Blatt zu begeben, bald gleichfalls einen ähnlichen Weg nach der nächst oberen Blattanlage einschlagen; diese Spiralen werden von den bald aufserhalb neben ihnen entstehenden, etwas weiteren, abrollbaren Spiralfasern oder Treppen- oder Poren-Fasern begleitet, während die später mit dem Holzcylinder sich bildenden weiten Poren- oder Netzfasern auch mit den spindelförmigen Holzzellen einen geschlossenen, ununterbrochenen Cylindermantel bilden, der die Anfänge der Blattspiralen umgiebt und nur dort in seinem Zusammenhange unterbrochen ist, wo jene sich nach aufsen begeben oder die das Mark- und Rindengewebe verbindenden

parenchymatischen Zellenreihen sich zwischen den spindelförmigen Holzzellen befinden[1]).

Zugleich mit der Anlage des Blattes bildet sich in dem etwas älteren Stamme die Anlage zu einer Knospe in seiner Achsel (bei der Samenpflanze ist es anders, worüber weiter unten). Nach dem Eintritte der letzten obern Spiralfaser in das laterale Organ, in die Blattscheide, setzt sich ein gröfserer Abschnitt des Cambiumcylinders, in dem gleichfalls fast gleichzeitig Spiralfasern erscheinen, nach aufsen durch das Rindenparenchym für die Knospe fort. In dem ganzen obern Zwischenknoten, soweit dieser hohl ist, werden die Spiralen dann oberhalb dieser Stelle nicht sogleich wiedergebildet, es findet sich hier nur ein geringes Cambiumgewebe oberhalb der Knospe, das sich in Holzgewebe umändert, welches das Gewebe des Markes von dem der Rinde trennt; und unterhalb des nächstfolgenden Knotens, dort wo sich die Spiralen, um sich in das nächste Blatt zu begeben, in horizontaler Richtung seitwärts wenden und durch das Gewebe der Querscheidewand die Markhöhle unterbrochen wird, wird der Cambiumcylinder in dieser Vertikallinie gänzlich unterbrochen und Mark- und Rindengewebe grenzen unmittelbar aneinander. Mit Ausnahme dieser Stelle überwächst bald die Holzschicht diese spiralfaserlose Spalte des Holzcylinders, jene wird erst durch die spätern Holzschichten gänzlich verschlossen und die Verbindung des Markes mit der Rinde dann aufgehoben.

Das sich in dem Cambium der Knospe bildende Markgewebe steht mit dem Theil des Markes des Stammes in Verbindung, der später zur Scheidewand der Stengelhöhle wird, und indem sich die Axe nach der Zeit der Knospenanlage noch bedeutend ausdehnt, steht die Knospe später etwas über dem Knoten, sowie der Blattstielgrund weit unter demselben steht. Die sich im Knospengrunde bildenden Spiralen verlängern sich wagerecht in das mittlere Parenchym des Knotens (durch das spätere Höherstehen der Knospe gehen dann auch diese Faserbündel anfangs senkrecht abwärts bis zum Knoten), das der Markscheide, Taf. XVI. Fig. 2b., entspricht, in diesem vielfach anastomosirend und allseitig bis an den Umkreis, besonders nach der entgegengesetzten Seite der Knospe wo sich die Oeffnung des Holzcylinders befindet, verlaufend. Alle Fasern des Knotens bestehen anfangs aus Spiralzellen, die sich erst später vereinigen, wie dies bei allen verlangsamten Faserbildungen der Fall ist. In dieser Scheidewand finden sich übrigens dieselben Gewebe, die an der Seite des Holzcylinders die Höhle des Internodiums auskleiden (Taf. XVI. Fig. 2), die mittlere Schicht b, in der die Spiralen sich vertheilen, und jederseits die Schichten c und a, die im unmittelbaren Zusammenhange mit den die Markscheide bedeckenden stehen. Da die Scheidewand im älteren Knoten etwas gewölbt, oben convex ist, so scheinen die im Umkreise befindlichen Schlingen auf Längenschnitten etwas abwärts zu verlaufen; es kommt dies indessen nur durch die Krümmung, sie verlängern sich nicht an der innern Seite des Holzcylinders.

Meistens bleiben die Knospen in diesem Zustande ohne zur Entwickelung zu

[1]) Dafs nicht nur alle Dicotylen, sondern auch die Monocotylen und faserbildenden Acotylen nach eben diesem Typus gebaut sind, glaube ich in meiner Abhandlung über die Vegetationsorgane der Palmen gezeigt zu haben; die Verwechselung der Holzschicht mit den Faserbündeln gab die Veranlassung zu der entgegengesetzten Ansicht, was am auffallendsten sich bei den Farnen zeigte, wo man die Spiralfaser gänzlich übersah und die Holzschicht für „Gefäfsbündel" nahm.

gelangen, wenn nicht durch Verletzung der gipfelständigen Knospe oder durch andere Störungen, wie durch die veränderte Lebensthätigkeit zur Blüthezeit, diese in derselben angeregt wird. Die eben beschriebenen anatomischen Verhältnisse: der von den Fasern der Blätter abgesonderte Verlauf der Spiralen der Knospe, die frühe Unterbrechung der Vegetation der Markscheide, der vielleicht von letzterer abhängige Stillstand in dem Wachsthume des Markgewebes und vielleicht auch die spätere Verwachsung der Verbindungsstelle des Scheidewandgewebes mit dem Rindenparenchym scheinen die Bedingungen einzuschliefsen, die die fernere Ausbildung dieser an die Monocotylen erinnernden Knospe zurückhalten oder ganz unterdrücken können.

Diese achselständigen, mit dem Blatte zugleich erscheinenden Knospen finden sich nicht in der jungen Pflanze, wo auch der Bau der Knoten von demjenigen des älteren Stammes verschieden ist.

Bis zum fünften Blatt ist das Markgewebe ganz gleichförmig geformt, erst in dem Knoten dieses findet sich eine geringe Verschiedenheit in der Gestalt der Zellen; sie sind unregelmäfsiger geformt wie diejenigen des übrigen Markes, in welchem sich hier kaum eine Höhlung bildet, wie es später geschieht; sie liegen mehr wagerecht, beginnen von dem Umkreise aus sich porös zu verdicken und stellen so eine Fortsetzung des Gewebes (Fig. 2c) dar, welches die Markscheide von dem Mark trennt.

Im achten Knoten war die Scheidewand durch diese unregelmäfsig geformten Zellen vollständig hergestellt, die Mitte des Markes wich in den Zwischenknoten auseinander, eine Höhlenbildung beginnend. Die Fasern der hier vorkommenden Knospe verlängerten sich jedoch nicht in die Scheidewand, sondern ihrem späteren Entstehen und ihrer verlangsamten Entwickelung gemäfs in die zum Holzcylinder gehörende Cambiumschicht. In noch höher stehenden Knoten nehmen auch die Spiralfasern der Knospe ihren Anfang von dem centralen Faserbündelkreise; im zwanzigsten Knoten erschienen jedoch erst Spiral-Zellen und -Fasern in der Scheidewand, verbreiteten sich indessen nicht bis zum ganzen Umkreise, sondern nur an der Seite der Knospe bis zur Hälfte des Durchmessers.

Ob nun diese (den Adventivknospen zu vergleichenden) oder die mit den Blättern zugleich auftretenden Knospen zur Entwickelung gelangen, scheint ganz von dem Zustande des Wachsthumes abzuhängen, in welchem sich die Pflanze befindet; wird an einer kräftig wachsenden Pflanze die Endknospe beschädigt, oder tritt mit der Blüthenentwickelung eine Aenderung ein, so entwickeln sich die Knospen der Blattwinkel des noch jüngsten Stammes; wird dagegen durch Verletzung der Wurzel oder durch Verpflanzen des Baumes eine vorübergehende Stockung des Saftes veranlafst, so scheint es Regel, dafs sich die Knospen der unteren Blattwinkel entfalten.

In der abwärtswachsenden Verlängerung des Stammes, in der Wurzel der *Cecropia,* finden sich die meisten Gewebe wieder, die im Stamme enthalten sind, nur die in der Rinde enthaltenen Gummifasern und das peripherische Rindencambium finden sich hier nicht; die Korkzellen gehen gehen unmittelbar aus der Vegetation der Rindenzellen hervor, in den Cambiumzellen der Mittellinie kommt die Bildung der parenchymatischen Markzellen nicht zu Stande, das Mark verharrt, ähnlich wie das peripherische Rindencambium des Stammes, in der Form von Cylinderzellen, deren Häute später verholzen.

Die Bildung der verschiedenen Wurzelgewebe geht hier, wie bei allen eigentlichen Wurzeln (p. 119), von dem innerhalb der Wurzelmütze befindlichen Cambium aus. Durchschneidet man die Spitze einer Wurzelfaser der Länge nach in der Mitte, so sieht man, wie sich das äufsere, korkzellenartige Gewebe der Wurzelmütze über die Oberhaut der Wurzelspitze eine Strecke weit ausbreitet, sich nach und nach in einzelnen dünnen Lagen abtrennt, wie es auch schon an der Spitze der Wurzel selbst in verschiedene Lagen gespalten ist; es ist ein braunes, zusammengetrocknetes oder feuchtes und verdrücktes, augenscheinlich todtes, abgestofsenes Gewebe, ganz den abgestofsenen Zellenschichten des Stammes ähnlich, nur aus längeren Zellen wie dieses bestehend. Diese todte Schicht geht aus einem lockern Zellgewebe hervor, das sich unterhalb desselben in der Wurzelspitze vor dem Cambium befindet, aus dem es sich bildet, wie man ohne Zweifel aus den Uebergängen sieht. Dieses lockere Gewebe besteht aus ellipsoidischen, Stärke enthaltenden Zellen, in denen neben der Stärke andere, 1—3, mit einer hellen oder mehr oder weniger trüben Flüssigkeit gefüllte, dünnwandige Zellen sich befinden, die die Stärkebläschen, die mehr nach aufsen endlich ganz verschwinden, an die Wandung der Mutterzellen drängen und endlich sich gänzlich mit Luft füllen und abgestofsen werden. Ebenso wie auf dieser Seite das Gewebe der Wurzelmütze, geht auf der andern Seite aus dem Cambium das eigentliche Wurzelgewebe hervor: es sondert sich das Parenchym der Rinde und an die Stelle des Markes ein helles, dünnwandiges Cylindergewebe, während zwischen beiden eine cambiale Schicht bleibt, in der sich bald enge, abrollbare Spiralfasern anfinden. In einzelnen Zellen der Rinde und des Markes findet sich bald eine mit Körnchen und Bläschen angefüllte Flüssigkeit, die durch Eisenchloridlösung dunkel-grünlich gefärbt wird, während die Bläschen selbst farblos bleiben. (Bringt man diese, mit der körnigen, Bläschen enthaltenden Flüssigkeit gefüllten Zellen möglichst unversehrt mit einer sehr verdünnten Eisenlösung einige Zeit in Berührung, so sieht man auf der Haut der sekundären Zelle, ganz ähnlich den porösen Zellen, kleine, runde, helle Stellen, scheinbare Oeffnungen erscheinen, zwischen denen sich dann die dunkle, grüne, körnige Flüssigkeit befindet. Oft bedecken diese scheinbaren Löcher oder Tropfen einander, ohne durch Druck zusammenfliefsen.) — In älteren Theilen verschwinden diese Zellen immer mehr und an ihrer Stelle findet man porös verdickte Häute. In den cylindrischen, porös verdickten Zellen des Markes, wie in den ihnen ähnlichen spindelförmigen Holzzellen, findet sich später Stärke, die in den jüngeren Theilen rund, in den älteren gröfser und flaschenförmig ist; sie verhält sich, wie die oben beschriebene, hängt mit dem Ende des Flaschenhalses der Zellmembran an, die hier, nach ihrer Entfernung, eine nicht verdickte Stelle besitzt; die Resorption beginnt von innen und endet mit der Hülle. Die Bläschen vergröfsern sich während der Resorption bedeutend (durch Endosmose mit dem gebildeten flüssigen Inhalte); die entleerten Hüllen werden durch Jod rosenroth gefärbt, während die theilweise entleerten Zellen hier noch dunkelblau gefärbt daneben liegen.

Das aus der Cambiumschicht sich formende, die Spiralfasern bedeckende Holz ist aus spindelförmigen Zellen und porösen oder Netz-Fasern zusammengesetzt, wie das des Stammes, doch nicht so regelmäfsig durch die Markstrahlenzellen in Schichten getheilt. In diesen Porenfasern findet sich, noch häufiger wie in denen des Stammes, eine Zellenbildung ein, die, von den Wandungen beginnend, den ganzen Raum

der Faser ausfüllt. Untersucht man die Poren, deren Fasern so sich zu verändern beginnen, so findet man in ihnen Körnchen oder Bläschen, ähnlich wie ich es früher z. B. (p. 177) von *Pinus sylvestris* beschrieben habe, und es scheint mir kaum zweifelhaft, dafs eine neu erweckte Lebensthätigkeit dieser Porenbläschen die Ursache des zelligen Inhaltes der Faser ist.

Eine Knospenbildung aus der Wurzel habe ich nicht beobachtet; allen mir bekannten Cecropien fehlt diese gesetzmäfsig, und ich vermuthe, dafs die Angabe Schomburgk's, dafs die *Cecropia* wegen ihrer Wurzelsprofsen ein schwer zu vertilgendes Unkraut sei, auf einer Verwechselung der Pflanzennamen beruht.

Erklärung der Zeichnungen.

Taf. XVIII.

Fig. 1. Abschnitt eines Stammquerschnittes, 5mal vergröfsert; *a.* dünnwandiges, jetzt lufterfülltes Parenchym des Markes, das die Mitte der jüngsten Axe ausfüllt, später die Höhle derselben begrenzend, sich an die innere Oberfläche des Holzcylinders anlegt; *b* kugliges Parenchym, mit fein porösen Wandungen, von dem vorigen durch eine Schicht Cylinderparenchym (Fig. 2 *c* mit den beiden Geweben *a* und *b*, 180mal vergröfsert), dessen lange Axe in horizontaler Richtung des Umkreises liegt, getrennt; in diesem Gewebe stehen die zuerst auftretenden Spiralfasern; *c.* Holzschicht; *e.* inneres, Stärke und Chlorophyll enthaltendes Parenchym, mit der dasselbe bedeckende Korkgewebeschicht.

Fig. 3. Ein kleiner Theil des Holzes im Querschnitt, 180mal vergröfsert; *g.* Markstrahlenzellen; *h.* Holzzellen; *c.* Netzfaser, deren angrenzende Zellen Stärke enthalten; *c.* ein Theil der Längenansicht dieser Netzfaser.

Fig. 4. Der jüngste Theil des Holzes mit dem Cambium und der innern Rinde im Querschnitt, 180mal vergröfsert; *c.* Markstrahlen; *h.* Holzzellen; *n.* Netzfaser, deren jüngste Bildungsstufe als Porenfaser in 4 a' 500mal vergröfsert ist; in 4 *b'* ein Theil einer älteren Porenfaser, 250mal vergröfsert; *a* und *b*, innere und äufsere Bastbündel, mit verdickten Häuten der endogenen Fasern; *g.* Saftfasern; wachserfüllte Bläschen enthaltend; *e.* Chlorophyll und Stärke enthaltendes Zellgewebe; *d.* Zellkern, mit kohlensauren Kalkkrystallen überzogen, in vertikalen Reihen nebeneinander liegend.

Fig. 5. *a*, *b*, *c*, *d*, verschiedene Entwickelungsstufen der Bastfasern; *d.* der jüngste Zustand in welchem die Querscheidewände noch vorhanden sind; *c.* die dünnhäutige Faser, mit dem an Fettbläschen reichen Safte erfüllt; *b.* Faser mit verdickter Haut der sekundären Zelle, und mit einem trüben, durch Eisenchlorid grünlich-schwarz werdenden Safte angefüllt; *a.* mit zwei endogenen Verdickungsschichten.

Fig. 6. Aeufsere Rindenschicht eines Astes, von dem eben die Blätter abgefallen waren. *a.* Chlorophyll führende Zellen der Gummifaser, zunächst Stärke enthaltend; *b.* peripherisches Cambiumgewebe, dessen sekundäre Zellen von den primären Zellen durch eine den Zwischenzellgängen angrenzende Zwischenzellsubstanz getrennt werden, jetzt endogene, mit Chlorophyll oder einer hellen Flüssigkeit erfüllte Bläschen enthaltend, welche letztere die Zellen der Korkgewebe-Schicht *c* geben; *d.* ein abfallendes Haar, dessen Haut bedeutend verdickt ist.

Das Vorkommen der Gerbsäure in den Pflanzen.

Monatsbericht der Berliner Akademie 1857.

Der lebende Pflanzenkörper im Ganzen, wie im Einzelnen in fortwährender Entwickelung und Umformung begriffen, erzeugt sich aus den unorganischen Elementen, die ihn umgeben, die Verbindungen von Materie aus deren Gestaltungsprodukt er sich aufbaut, als deren Hauptbestandtheil wegen der allgemeinen Verbreitung der Zellstoff *(cellulose)* erscheint.

Dieser Zellstoff, der Grundbestandtheil der Zellwände, ist aber nur in einem gewissen Lebensstadium dieser Zellen als solcher zu erkennen; sowohl im jüngsten Zustande derselben wie im ältesten sehen wir ihn durch andere Verbindungen ersetzt, indem der anfangs stickstoffhaltige Körper endlich in den Kohlenstoffreichsten übergeht. In dem cambialen Gewebe ist noch keine Cellulose in den feinen Häuten der Zellen nachzuweisen, diese tritt erst auf nachdem aus dem Verflüssigungsprodukte der ersten Generationen von Mutterzellen, die als Bildner des organisationsfähigen Stoffes zu betrachten sind, diejenige sich hervorbildete, die zu einem längeren Bestehen befähigt als Elementarform eines Gewebes den älteren schon ausgebildeten Zellen sich anreiht: dann fährt sie fort aus der sie umgebenden organischen Flüssigkeit eine ihrem Stoffe gleiche oder ähnliche Materie dem vorhandenen schon geformten hinzuzufügen, indem der zweite Bestandtheil jener in ihr Inneres hinein sich aussondert; so sind die Theile der organisirten Materie, der Zelle, in beständiger Wechselwirkung mit ihrer Umgebung, aus derselben entweder einen gleichen Stoff erzeugend und anziehend und so einfach wachsend oder eine ähnliche, gleichwerthige Materie ihren Grundbestandtheilen hinzufügend und so gleichzeitig chemisch sich verändernd.

Den ersten Vorgang des einfachen Wachsens mit unveränderter Mischung sehen wir verhältnifsmäfsig selten in dem Pflanzengewebe und es wird das Vorhandensein desselben wahrscheinlich immer zweifelhafter werden, jemehr wir die Hülfsmittel der chemischen Untersuchung im Gebiete der organischen Natur vervollkommnen: für jetzt scheint das Amylum, das Dextrin viele Farbstoffe, ätherische und fette Oele, wohin zum Theil das Wachs und Harz gehören, durch einfache Anlagerung des gleichen Stoffes innerhalb kleiner im Safte der pflanzlichen Gewebezelle schwimmenden Zellchen sich zu vermehren.

Dafs dies Anwachsen durch Anziehung homogenen Stoffes in diesen organisirten Bildungen nur scheinbar so einfach ist, dafs ein weit zusammengesetzterer Vorgang sattfindet, zeigt uns schon das physikalische Verhalten einiger dieser Stoffe in

den verschiedenen Entwickelungszuständen, wo wir uns dasselbe in gröfserer Menge rein verschaffen können, z. B. die noch in der Entwickelung begriffene Stärke, die aus jungen Pflanzentheilen genommen durch Kochen nicht den gallertartigen, klebenden Kleister giebt, wie es dem im ausgewachsenen Gewebe vollkommen entwickelten Stärkmehl eigen ist[1]).

Das mit Stoffänderung verbundene Wachsen der Zellen ist das häufigste und leicht zu beobachtende. Die verschiedenen endogenen Zellen desselben Systemes, die primäre Zelle, die sekundäre Zelle etc., sind sowohl unter sich chemisch verschieden als auch dieselbe Zelle in verschiedenen Entwickelungsstadien einen verschiedenen Inhalt und eine chemisch veränderte Hülle besitzt; diese Hülle, die in einem gewissen Entwickelungsstadium der pflanzlichen Zelle sehr häufig aus Cellulose besteht, verändert sich später in oft gänzlich verschiedene Stoffe, z. B. in Viscin, Wachs, Harz und Balsam, so wie auch im Gummi, Schleim und in Amyloid, Stoffe die wir als Bestandtheil der Zellwandung vorkommen sehen.

Von einigen andern häufig im Pflanzenreiche vorkommenden organischen Stoffen kennen wir bisher nicht den Ort und die Form ihres Auftretens, wir wissen nicht in welchem Gewebe oder in welcher Zelle der Zucker z. B. sich bildet, ob er, gleich dem Protein Mulders und dem Dextrin zu der ersten organischen Stoffbildung des cambialen Zellgewebes gehört, ob er in dem Zellsafte der Gewebezellen als Gemengtheil ihrer Flüssigkeit oder als flüssiger Bestandtheil einer specifischen Absonderungszelle vorkommt.

Aehnlich verhält es sich mit den organischen Säuren, der Oxalsäure, der Weinsteinsäure, der Gerbsäure und den übrigen: erstere finden wir zwar theils unverbunden, theils als Salze im Innern der Tochterzelle auskrystallisirt, (im letztern Falle oft als bündelförmig zusammengelagerte Prismen), diese letztern gänzlich ausfüllend, dennoch war es bisher unentschieden, ob dieselben etwa schon aufserhalb der organisirten Zelle in den Zwischenräumen des Gewebes vorkommen.

Von der Gerbsäure hat man bisher nicht angenommen, dafs sie einen der ersten Assimilationsprodukte der vegetativen Thätigkeit des pflanzlichen Organismus ausmache; man war vielmehr geneigt anzunehmen, dafs dieselbe zu den schon aufserhalb des Kreises der Lebenserscheinungen der Pflanzenzelle liegenden Zersetzungsprodukten ihrer organisirten Bestandtheile gehöre, dafs sie ein Erzeugnifs der Oxydation der nicht mehr lebensfähigen Zelle sei.

Darzuthun, dafs diese Voraussetzung nicht richtig ist, ist der Zweck dieser Zeilen zu der ich durch die Untersuchung der Früchte der *Musa sapientum* geführt wurde, die im reifen Zustande zu den zuckerreichsten gehören, im unreifen dagegen voller Stärkmehl sind, mit Ausnahme einzelner longitudinaler Reihen weiter, tonnenförmiger Zellen, die mitten in dem särkmehlhaltigen Gewebe stehend, den Saftgefäfsen ähnlich, concentrisch in dem Fruchtfleische vertheilt sind. Diese weiten Zellenreihen enthalten einen klaren Saft, in dem kleine durchsichtige Bläschen schwimmen, und der durch Eisenchloridlösung schön blau gefärbt wird, während das ganze übrige Gewebe der Frucht, wenn man sie in jene Lösung hineinsetzt, nicht die geringste

[1]) Diese Beobachtung machte ich an dem Stärkmehl der *Jatropha Manihot*. Ueber die Entwickelung des Stärkmehls bitte ich zu vergleichen: „Poggendorffs Annalen 1848, über das Bluten des Rebstocks unter den Tropen."

Andeutung jener Farbe annimmt, es ist unzweifelhaft, dafs hier die Gerbsäure nur innerhalb dieser Zellenreihe mitten in dem stärkmehlhaltigen Gewebe gebildet wird, und zwar nicht in einem der Verwesung anheimgegebenen Pflanzentheile, sondern in dem noch in der normalen Entwickelung begriffenen (freilich in der während des Reifens stattfindenden Oxydation ihrer organischen Verbindungen durch Aufnahme des Sauerstoffes während der Nacht und Abgabe von Kohlensäure und zwar im Durchschnitte 1 ccm. in 24 Stunden aus einer reifenden Frucht), während welcher Zeit die Gerbsäure wie das Stärkmehl verschwinden und durch Gummi Schleim und Zucker ersetzt werden.

In ähnlichen Zellenreihen, wie in den Früchten der *Musa,* enthalten auch die Blätter dieser Pflanze den Gerbstoff, doch neben ihnen kommt derselbe auch in Fasern vor, die aus der Vereinigung solcher Zellenreihen entstanden sind[1]).

Ebenso wie die krystallisirten organischen Salze ist auch die Gerbsäure innerhalb der sekundären Zelle des sie enthaltenden Zellsystems eingeschlossen, die Haut der primären Zelle wird durch die Eisenlösung nicht gefärbt, als Beweis dafs der in der sekundären Zelle gebildete Stoff kaum die primären Zelle tränkte, viel weniger von aufsen her, etwa aus dem allgemeinen Nahrungssafte der Pflanze, aufgenommen sein konnte. Die Gerbsäure findet sich ebenso häufig in Faserzellen als in Parenchymzellen und gleichfalls häufig in wirklichen Fasern, besonders häufig in den Milchsaft führenden und den sogenannten Netz-Fasern, welche letztere in den Faserbündeln der Monocotylen die Spiralfasern begleiten und in der Holzschicht der Dicotylen vorkommen.

Schon in meiner Abhandlung über die Vegetationsorgane der Palmen erwähnte ich des Vorkommens der Gerbsäure in denjenigen Zellen, die sich zu Treppen- oder Poren-Fasern umbilden; der gummiartige oder schleimige Saft dieser Zellen enthält kleine Bläschen, die durch Eisenchlorid nicht gefärbt werden, diese Bläschen hängen der Wandung der sekundären Zelle an, die sich später, während sie sich gleichzeitig ausdehnt, zwischen den Anheftungsstellen dieser Bläschen verdickt, wodurch die porösen und gestreiften Membranen hervorgebracht werden; bei den Netzfaser der Monocotylen, z. B. den Aroideen und Musaceen, kann man einen ähnlichen Vorgang beobachten und hier verbleibt die gerbstoffhaltige Substanz noch längere Zeit nach der Bildung der Verdickungsschichten der Zellmembran[2]).

[1]) Schon p. 112 schlug ich vor die auf einer mangelhaften Ansicht der Thätigkeit dieser Elementarorgane begründete Bezeichnung derselben den Entwickelungsverhältnissen gemäfs zu berichtigen und die Benennung Gefäfse auf die mit einer Gewebeschicht ausgekleideten, durch eine solche gebildeten Kanäle zu beschränken, die aus der Vereinigung einfacher Zellenreihen hervorgegangenen Elementarorgane dagegen, mit dem in der Histologie der thierischen Organismen schon seit Malpighi und Leeuvenhoek eingeführte Bezeichnung Faser zu benennen. Die in den Spiralfasern enthaltene schraubige Verdickung ihrer Tochterzellen, die die ältesten Anatomen seit Malpighi bis Link für den eigentlichen den langgestreckten Kanal darstellenden Theil hielten, würde zur Unterscheidung von der aus den vereinigten Mutterzellen entstandenen Fasern „schraubige Verdickungsschicht" oder „Schraubenfaden" genannt werden können. Alle Anatomen werden mit mir einverstanden sein, dafs die Bezeichnung der Organe nicht den physiologischen, sondern anatomischen Eigenschaften derselben entnommen werden müsse, bei den Pflanzen um so mehr, da den verschiedenartigsten Elementarorganen dieselbe Thätigkeit und umgekehrt ebenfalls die verschiedenartigste Thätigkeit denselben Elementarorganen zukommt.

[2]) In dem sich entwickelnden Gewebe einer Balanophore beobachtete ich ein entgegengesetztes Verhalten des Zellsaftes in Bezug auf den Inhalt der der sekundären Zelle anhaftenden Bläschen in denjenigen Zellen, die später verdickte Wandungen enthalten, indem hier nach der Einwirkung von Eisenchlorid jene Bläschen dunkelblau gefärbt wurden, während der übrige Zellsaft ungefärbt bleibt. Aehnliche Bildung poröser Zellen- und Treppenfasern zeichnete ich von der *Hoya carnosa:* „de cella vitali 1843. Taf. I. Fig. 2 *a—d'* und von der *Cyathea aurea:* „Vegetationsorgane der Palmen Taf. XI. Fig. 1 *b"*.

Auch die Milchsaftfasern sind häufig mit Gerbstoffverbindungen angefüllt und bei einigen Gattungen der eben erwähnten Aroideen verzweigen sich dieselben aufserordentlich nach der vollkommenen Ausbildung des Gewebes in die Zwischenzellräume des benachbarten Parenchymes wie man dies besonders schön an der *Colocosia esculenta*, an der *Dieffenbachia Seguiera* und an verschiedenen *Philodendron* beobachtet, ganz ähnlich den vielfach verzweigten Milchsaftfasern der *Asclepias syrica, Alisma Plantago, Hydrocleis*, der Papaveraceen, *Carica* und *Vasconella*, an die verzweigten Bastfasern der Apocyneen und Marcgraviaceen, so wie an den verzweigten Pollenschlauch, der *Orchis* z. B., erinnernd. Auch die Zellen des *Collenchym* enthalten in einem gewissen Stadium der Entwickelung in ihren Höhlungen Gerbsäure, wie es scheint in demjenigen der Resorption der gallertartigen Zwischenzellsubstanz, die diesem Zellgewebe jene Benennung Link's zuzog.

Die gerbsaure Eisenverbindung legt sich so eng an die Haut der sekundären Zelle an, dafs es oft schwer ist letztere zu unterscheiden, oder zu erkennen ob sie mit jener Verbindung getränkt ist; häufig läfst sich jedoch auch diese Haut der sekundären Zelle ebenso wie die der primären Zelle als ungefärbt erkennen, besonders in den Fällen, wo diese sekundäre Zelle später porös verdickt wird und dann mit kleinen Bläschen belegt ist.

Durch Vergleichung der Gewebe vor der Behandlung mit Eisenlösung kann man fast stets diesen Zweifel heben, nur bei den Milchsaftfasern ist es auch dann besonders schwierig die Häute von dem flüssigen Inhalte zu unterscheiden, was denn auch die Ursache ist, dafs dieselben von mehreren Beobachtern noch geleugnet werden, nachdem sich (1845 bot. Zeitung) ein Ungenannter besonders bemühte das Nichtvorhandensein der Häute dieser Milchsaftfasern zu zeigen und Reisseck 1850 in seiner Arbeit über die Bastfasern derselben Meinung beitrat. — Bei denjenigen Pflanzen, bei welchen diese Milchsaftfasern Gerbstoff enthalten, überzeugt man sich sehr leicht nach der Verbindung desselben mit Eisenoxyd von dem Vorhandensein eigner Häute theils dadurch, dafs sowohl oft zwei solcher Fasern unmittelbar nebeneinander liegen, also nicht wohl blofse Zwischenzellräume sein können, da der flüssige Inhalt dieser ja eine einzige nicht gesonderte Masse darstellen würde: als auch dadurch, dafs der gerbsäurehaltige Stoff, aufser in Milchsaftfasern, in Zellen eingeschlossen vorkommt, nicht überall die Zwischenzellräume ausfüllt, wie es doch wohl statthaben würde, wenn dieser Stoff, in dem Pflanzensafte aufgelöst, einzelne Zwischenzellräume ausfüllen könnte. Ueberdies dient folgendes Resultat der Untersuchung des Wassers, welches aus den Blättern von *Caladium odoratissimum*, besonders aus den niederhängenden Spitzen derselben, freiwillig abträufelt als Beweis, dafs die Gerbsäure oder die gerbsaure Verbindung nicht in der das Pflanzengewebe tränkenden allgemeinen Nahrungsflüssigkeit aufgelöst, sondern in besonderen Zellen oder zelligen Organen eingeschlossen ist. Dies Wasser ist ganz farblos, reagirt nicht auf Lackmus, wird von Barytwasser nicht im Geringsten getrübt, ebensowenig von Bleiessig, scheidet auch beim Kochen nicht das Geringste aus. Weder für sich, noch mit Schwefelsäure gekocht, giebt es mit Kupfersalzen eine Zucker-Reaction; nur mit salpetersaurem Silberoxyd giebt es eine geringe Trübung, welche beim Zusatz von Salpetersäure nicht verschwindet. Beim Abdampfen zur Trockne hinterläfst es einen äufserst geringen organischen Rückstand, welcher beim Glühen verkohlt. — Es ist also weder Kohlen-

säure, noch Schwefelsäure, noch Zucker oder eine durch Schwefelsäure in Fruchtzucker zu verwandelnde Substanz darin enthalten, sondern vermuthlich nur ein wenig Schleim und und eine Spur Chlornatrium. Das zum Begiefsen angewendete Wasser reagirt bedeutend auf Schwefelsäure. — Schneidet man einen Blattstiel durch, so läuft aus der Schnittwunde das Wasser in sehr grofser Menge, etwa eine Unze in 24 Stunden. Dies Wasser unterscheidet sich von dem von selbst ausfliefsenden nur dadurch, dafs es eine höchst geringe Spur Fruchtzucker enthält und dafs die ersten Tropfen, die mit dem aus den durchschnittenen Zellen ausfliefsenden Safte vermischt sind, eine sehr geringe Reaction auf Gerbsäure zeigen, die das später ausfliefsende nicht mehr erkennen läfst.

Die in die Zwischenzellräume hineinragenden sehr feinen Aeste der Milchsaftfasern der *Colocasia*, der *Dieffenbachia* und anderer Aroideen füllen nicht immer diesen Zwischenzellgang gänzlich aus, sondern bilden nur einen Kanal in demselben, ringsum oft noch durch Luft von den Wänden der Zellen, die den Zwischenzellgang bilden, getrennt: was gleichfalls nicht stattfinden würde, wenn die gerbsäurehaltige Substanz ein Zwischenzellstoff wäre.

In manchen Fällen bekommen die Zellen und Fasern, die diesen Gerbstoff enthalten, später sehr verdickte Wandungen, z. B. bei den Cycadeen, wo die anfangs zartwandigen Milchsaftfasern, später, gleich den Bastzellen, fast bis zum Verschwinden ihres Lumens verdickt werden und deshalb der Name Bastzellen und Bastfasern ihnen wohl nicht unpassend beigelegt wird. Pettenkofers Meinung, dafs der Gerbstoff in besonderer Beziehung zur Holzbildung stehe, ist gewifs nicht ganz unbegründet, da man sehr häufig gerade in den später verholzenden Zellen Gerbsäure antrifft.

Auch das Parenchym der Blätter enthält Gerbsäure in seinem Zellsafte; in den Galläpfeln ist das ganze Gewebe mit diesem Stoffe getränkt, sowohl die Haut der sekundären-, wie die der primären Zellen, sowohl die des Parenchyms wie des Fasergewebes: es scheint der Bohrstachel des Insectes eine mit der Gerbsäure erfüllte Faser oder ein Gefäfs, die bei den Eichen in dem Holzcambium sich bilden, verletzt zu haben und dadurch dieser Flüssigkeit den Weg geöffnet sich in das Gewebe zu ergiefsen, dies zu tränken und zn der krankhaften Umformung des Organes zu veranlassen, während die Gerbsäureverbindung selbst in ihre näheren Bestandtheile zerlegt und z. Th. in Gallussäure verändert wird.

Die Gerbsäure kommt in dem Pflanzengewebe nicht frei vor, sondern in Verbindung mit einem andern[1]) durch Alkohol und Säuren gerinnenden Stoffe, welche Verbindung durch den Zutritt der atmosphärischen Luft zersetzt und dadurch die Reaction der Gerbsäure auf Eisen vermittelt wird. Hiervon überzeugt man sich dadurch, dafs man einen Pflanzentheil in eine Eisenchloridlösung stellt, die bald einen

[1]) Die Natur des Stoffes mit dem die Gerbsäure innerhalb der Pflanzenzelle häufig verbunden ist, bleibt noch genauer zu bestimmen; er reagirt gegen Jod, Schwefelsäure und Zucker, Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure, salpetersaures Quecksilberoxyd häufig in der Weise, wie man es den Proteinsubstanzen zuschreibt; doch nicht immer treten alle diese Erscheinungen bei demselben Stoffe ein, wenn auch die histologischen Verhältnisse ihres Vorkommens die gleichen sind, z. B. färbt die Salzsäure die gerbsauren Verbindungen in den Milchsaftfasern der *Colocasia esculenta* schön violett wie das Eiweifs der Hühnereier, während diejenige Gerbsäureverbindung, die in den analogen Fasern der nahe verwandten *Xanthosoma belophylla*, der *Xanthosoma Caracu* und andern vorkommt, nicht diese Reaction der Salzsäure erkennen läfst; vielleicht hängt dies von der Modification der Proteinverbindung, die in jedem der verschiedenen Fälle mit der Gerbsäure vereinigt ist, ab.

grofsen Theil desselben durchdrungen hat, wie man durch eine Lösung von Cyaneisenkalium erkennt, ohne dafs die von der Schnittfläche entferntere Gerbsäure der inneren Gewebetheile schon mit dem Eisen in Verbindung getreten wäre; dies geschieht erst nachdem man den Pflanzentheil längere Zeit durchnitten in der Lösung stehen läfst oder wenn man ihn nach dem Durchtränken mit dieser Lösung durchschneidet und so die atmosphärische Luft hinzutreten läfst, wodurch bald die anfangs ungefärbte Schnittfläche gefärbt wird.

Nur in denjenigen Geweben oder Elementarorganen der Gewebe, die dem Luftzutritte, durch die Spaltöffnungen oder durch andere Vorrichtungen, welche die Hüllhaut zerstört, z. B. die Korkbildung, blosgestellt sind, werden diejenigen Zellen, die eine Gerbsäureverbindung enthalten, sogleich nach Berührung mit der Eisenlösung dunkelblau gefärbt, z. B. die weiten Gefäfse die die Spiralfasern der Monocotylen-Holzbündel begleiten, die in der Blattspitze sich dem Zutritte der Luft öffnen, wie ich dies in der Abhandlung der Vegetationsorgane der Palmen angeführt und dort Taf. VIII. Fig. 5 und 6 gezeichnet habe.

Die Gerbsäure, die nach Streckers Untersuchung aus Gallussäure und Zucker besteht, ist hiernach nicht frei in dem Pflanzengewebe enthalten, sondern an einen verschiedenartigen durch Säuren gerinnenden Stoff gebunden. Diese Verbindung kommt in den verschiedensten Elementarformen des Pflanzengewebes vor, nur nicht in dem jüngsten noch von der Cuticula bedeckten Cambium der Terminalknospe und nicht in den verholzten oder in Kork veränderten Zellen; scheint in den Zellen, wo sie überhaupt vorkommt, einer bestimmten Entwickelungsstufe derselben anzugehören, und ist dann in der sekundären Zelle eingeschlossen.

Doch ist auch diese Gerbsäureverbindung kein nothwendiges, allgemein verbreitetes Glied der Cellulosereihe: sie ist vielmehr ebenso wie der Zucker, die Oele, die Harze, die Farbstoffe, in welchen letzteren sie häufig enthalten ist, nur an bestimmte Zellen oder Gewebe, so wie an bestimmte Pflanzenformen gebunden.

Die verschiedenen Klassen des Gewächsreiches vergleichend, scheint dieser Stoff besonders verbreitet in den mit spaltöffnungsreicher Oberhaut und Korkrinde versehenen Dicotylen, weniger verbreitet in den der letzteren meist entbehrenden Monocotylen und am seltensten bei den korklosen und mit einfach organisirter Oberhaut bedeckten Acotylen, wo nur bei den Farrnen eine allgemeinere Verbreitung stattfindet.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Längenschnitt der Mittelrippe des Blattes der *Colocasia sagittata* vergröſsert gezeichnet; eine verästelte Milchsaftfaser darstellend, die ein Holz-Faserbündel begleitet, das sich von dem Hauptbündel abzweigt und durch das Markgewebe verläuft; die Gerbsäure ist durch Eisenchloridlösung schwarz gefärbt.

Fig. 2. Ein Theil dieser Milchsaftfasern mit dem benachbarten Gewebe stärker vergröſsert.

Fig. 3. Ein Theil eines Querschnitts desselben Gewebes stark vergröſsert, *a. a.* querdurchschnittene Milchsaftfasern im Umkreise des Holzfaserbündels; *a'* und *a'* wagerecht verlaufende Theile dieser Fasern; *b.* Netzfaser.

Fig. 4. Querschnitt des Stammes von *Umbilicus pendulinus* vergröſsert gezeichnet. Die die Holzschicht zunächst umgebenden cambialen Faserzellen sind besonders reich an Gerbstoff; von den Zellen des Rinden- und Mark-Parenchymes werden vorzugsweise einzelne bestimmte Reihen schneller durch Eisenchloridlösung gefärbt. In einigen dieser Zellen befinden sich zwei Tochterzellen.

Fig. 5. Längenschnitt desselben Pflanzentheiles.

Fig. 6. Querschnitt des Blattes der *Hackea crenata* vergröſsert gezeichnet, die in der Nähe der Spaltöffnung stehenden Parenchymzellen werden durch Eisenchloridlösung zuerst schwarz gefärbt, später die entfernteren Zellen. Die verdickten Bastfasern die sich an dem an das Holzfaserbündel grenzenden Ende über dasselbe der Länge nach verzweigen, enthalten keine Gerbsäure.

Fig. 7. Ein Theil des Zellgewebes aus dem Stamme der *Langsdorffia Moritziana*, siehe oben die Anmerk. p. 256.

Fig. 8. Porös verdickte Zellen, die sich aus den früher Gerbstoff enthaltenden Zellen bilden.

Die medicinischen Chinarinden Neu-Granada's.

1858.

I.

Geschichtliches.

Kein Gegenstand der pharmazeutischen Waarenkunde ist wohl gegenwärtig verwickelter als die Kenntnifs der Chinarinden, die neben dem Opium und der Ipecacuanha zu den wichtigsten pflanzlichen Arzneimitteln gehören, eben defshalb eine grofse Anzahl von Bearbeiter fanden, welche leider oft nicht befähigt waren, die dunklen Stellen des ihnen selbst unbekannten Gebietes zu erhellen.

Die erste Aufmerksamkeit erregten die Pflanzen, welche die Chinarinden liefern, eben durch diesen arzneilichen Stoff, durch ihre fiebervertreibende Rinde, und so kam es, dafs vor den Botanikern die Pharmacognosten und Kaufleute diesen wirksamen Theil, je nach seinem verschiedenen Aeufsern, oder dem Orte woher derselbe bezogen wurde, unterschieden und ihm Namen beilegten, und dafs erst später Botaniker begannen, die verschiedenen Arten der Chinarinden gebenden Pflanzen zu unterscheiden und auf die schon bekannten Rinden so gut wie möglich zu beziehen.

Nachdem im Jahre 1638 der Amtmann Juan Lopez de Canizares mit Hülfe der durch einen Indianer von Loxa ihm bekannt gewordenen Rinde (cascara oder cascarilla) einer Cinchona der Quinaquina de Uritusinga, der Gemahlin des Vicekönigs von Peru, Don Jeronimo Fernandez de Cabrera Bobadilla y Mendoza, Conde de Chinchon, das Wechselfieber geheilt und sowohl durch diese wie durch ihre Beichtväter die Jesuiten und ihren Arzt Juan de Vega, die Eigenschaften des vortrefflichen Mittels in Peru, so wie auch in Europa, unter den Namen polvos de la Condesa, polvos de los Jesuitos (pulvis Comitissae, Jesuiticus) bekannt wurden und Juan de Vega 1640 das erste Pfund Chinarinde, Cascara de Quinaquina o del Peru, in Spanien zu 100 Realen (13 Thlr.) verkaufte, wurden erst die Botaniker auf die Mutterpflanze dieses werthvollen Heilmittels aufmerksam, und im Jahre 1738 machte der gelehrte Astronom La Condamine, der alle Zweige der Naturwissenschaften mit gleicher Liebe während seines Aufenthaltes im tropischen Südamerika umfafste und beförderte, in den Memoires de l'Academie Parisienne 1838 p. 114 die erste botanische Beschreibung der Quinaquina bekannt, der er eine Abbildung hinzufügte. Bald darauf erforschte auch Joseph de Jussieu die Gegend um Loxa und sammelte nebst andern Pflanzen auch die Aeste eines Baumes der fieberwidrigen Cascarilla (Cinchona pubescens) die Linné mit gleichzeitiger Benutzung der von Condamine gegebenen Beobachtungen zur Beschreibung seiner Cinchona officinalis in der ersten Ausgabe seiner Species plantarum 1753 benutzte, von welcher vorzüglich die Kenntniss des Heilmittels in Europa aus-

ging, nachdem er schon 1748 in der sechsten Ausgabe seines Systema naturae die Gattung Cinchona zu Ehren der Gräfin Chinchon aufgestellt hatte.

Während die vortreffliche Wirkung des neuen Heilmittels das spanische Ministerium veranlasste, sowohl den in Neu-Granada 1760 anwesenden Botaniker Celestino Mutis als auch die 1777 nach Peru zur Erforschung der dortigen Flora gesendeten Botaniker Ruiz und Pavon besonders mit der Untersuchung der Cascarilla der Chinabäume (Cascarillo's o arboles de la Quina) zu beauftragen, war die Gewinnsucht anderseits thätig, den Fundort und die wahre Abstammung dieser Rinden zu verheimlichen, die inzwischen in verschiedenen Arten und Varietäten ächt und verfälscht, meistens unter den Namen der Hafenplätze oder der bekannten Städte des Continents der sie lieferte, in den Handel gebracht wurden.

Leider war die Eitelkeit der wohlunterrichteten Bearbeiter der Peruanischen Flora und ihr Neid in Bezug auf die Entdeckung des fleifsigen, aber weniger begabten Mutis, so wie die Unkenntnifs und Flüchtigkeit der Schüler dieses Letzteren die Ursache, schon seit der ersten gründlichen Bearbeitung der an Arten und Varietäten sehr zahlreichen Gattung Cinchona Linné's, die Kenntnifs derselben zu verwirren und für die Nachfolger durch fehlerhafte Synomina zu erschweren.

Nachdem Ruiz in seiner 1792 herausgegebenen Quinologia sieben Arten von Cinchonen beschrieb und Mutis seine vier um Bogota, seit 1772 beobachteten Arten von Cinchona, die lancifolia, cordifolia, oblongifolia und ovalifolia in dem „papel periodico de Bogota 1793“ [1]) veröffentlichte, fügte Ruiz in seinem Suplemento de la Quinologia 1801 den seinigen noch vier Arten hinzu, die Mutis'schen Cinchonen auf die von ihm veröffentlichten beziehend, dieselben jedoch für gänzlich verschieden von den besseren peruanischen erklärend (pag. 26).

Die sehr mangelhaften Mutis'schen Diagnosen entschuldigen den von den Verfassern der Flora peruviana begangenen Irrthum einigermafsen, während noch leichtfertiger Zea (Anales de la historia natural de Madrid 1800) die Ruiz'schen Arten als Varietäten der vier bei Bogota gefundenen Cinchonen veröffentlichte.

Wie so einerseits die Botaniker gewissenlos die Kenntnifs der species vorsätzlich verwirrten, liessen sich anderseits die Pharmacognosten zu dem Bestreben verleiten, die verschiedenen unter mancherlei Namen im Handel verbreiteten Fieberrinden auf die von den Botanikern schlecht erkannten und unvollkommen beschriebenen species zurückzuführen, voraussetzend, dafs die Rinde aller Cinchonen im Handel vorkäme. Wenn letzteres nun auch wirklich im Anfange dieses Jahrhunderts der Fall war, so konnten doch diese Bestimmungen der Rinde ohne gleichzeitige Kenntnifs ihrer Stammpflanze, allein nach den Ruiz'schen Beschreibungen oder nach dem Handelsnamen der Rinden, hier in Europa, natürlich nur irrthümlich ausfallen und nur dazu beitragen die wirkliche Kenntniss des betreffenden Gegenstandes desto mehr zu verdunkeln.

Durch die veränderten commerciellen Verhältnisse, die sowohl durch die wichtige Entdeckung Pelletier's und Caventou's herbeigeführt wurden, wie auch durch die irrthümlichen Angaben von Ruiz und Pavon selbst, die sich das Studium der Cinchonen zur besonderen Aufgabe gemacht hatten, vermehrte sich die Verwirrung

[1]) Vergl. Humboldt „Magazin der naturforschenden Freunde in Berlin; 1807, p. 116 etc.

der Nomenclatur der Chinarinden. Die Arbeiten von Ruiz und Pavon litten sehr an Verständlichkeit, sowohl in systematischer Hinsicht durch die doppelte Benennug vieler Species, als auch in Bezug auf Pharmacognosie, durch fehlerhafte Angaben über den medicinischen oder commerciellen Werth der Rinden, der von ihnen veröffentlichten Arten, den sie nach dem Erfolge des Handels mit diesen Rinden in Europa abschätzen. Von den 6 Arten Cinchonen, deren Rinden sie als besonders werthvoll bezeichneten, nämlich der C. micrantha, der glandulifera, dichotoma, lanceolata, nitida und hirsuta, verdienen wohl nur drei Arten als solche genannt zu werden, da nur die C. lanceolata, die nitida und hirsuta eine gute Loxachina geben, während die micrantha und glandulifera früher allerdings unter dem Namen Huanuco und Huamalis verkäufliche Rinden gaben, deren Chiningehalt jedoch zu geringe ist, um noch jetzt geschätzt zu werden — und die C. dichotoma keine medicinische Chinarinde liefert, da sie keiner Cinchone sondern einer gänzlich verschiedenen Gattung angehört.

Nachdem von Pelletier und Caventou im Jahre 1820 der wirksame krystallinische Bestandtheil der Chinarinde entdeckt war, begann man allmälig die Güte der Rinden nach dem Gehalte dieser zu bestimmen und von der Idee ausgehend, dafs für jede Art der Gehalt der Rinde an organischen Basen constant sei, benutze man dies Verhältnifs sowohl für die Classification der Rinden als auch für die Bestimmung ihrer Mutterpflanze. Die alkaloidlosen Rinden wurden von den Fabrikanten des Chinins allmälig aus dem Handel ausgeschlossen, nicht so aus den pharmacognostischen Verzeichnissen, wo die Pharmacognosten im Gegentheil die Anzahl der Arten vermehren zu müssen glaubten, wenn sie eine physikalisch ähnliche Rinde von verschiedenem Alkaloidgehalt fanden, z. B. die Bogota, Pitayo, flava dura, die verschiedenen Loxarinden u. s. w. Ebenso mufsten die in den Herbarien inzwischen angesammelten Formen, oft nur Varietäten einer und derselben Art, den Botanikern nicht selten als Typen neuer Arten dienen, bis in jüngster Zeit die Gattungscharaktere der Cinchona und Verwandten von Klotzsch revidirt und von Weddel die in Peru und Bolivia wachsenden Species in ihrem Vaterlande untersucht und durch diesen dort, wie durch Klotzsch hier, die Abstammung einiger Rinden festgestellt wurde, nachdem schon la Condamine und Humboldt die Mutterpflanze der echten Loxa China in der Quinquina Condam., C. Condaminea Hmb. erkannten und Poeppig die C. glandulifera R. et Pav. und C. micrantha fl. per. als Mutterpflanzen der Huanuco und Lima-Loxa kennen lehrte. Jetzt kennt man durch Howard die Abstammung der rothen Rinde und durch Weddel die der China calisaya [1]) oder regia, erstere von der am Chimborazo wachsenden C. succirubra, letztere von der C. calisaya Weddel, indem beide Forscher, sowohl die zur systematischen Bestimmung nöthigen Theile der Pflanzen, als auch die von derselben genommene Rinde, deren im Handel üblicher Name sicher bekannt war, nebeneinander vor sich hatten.

Wie Weddel seine Beobachtungen und Untersuchungen über die Cinchonen Peru's anstellte, sah er nur von einer geringen Anzahl von Arten die Rinde sammeln und in den Handel kommen, daher er von der gröfseren Mehrzahl seiner Rindenproben die in früheren Zeiten gebräuchlichen Handelsnamen erst in Paris durch Gui-

[1]) Der Name Calisaya ist der der Provinz, welche diese Fieberrinde liefert und welche im südlichen Peru in der Intendencia de la Paz liegt. Humboldt l. c. p. 117.

bourt erhielt. — Die in Columbien wachsenden Cinchonen beobachtete er nicht, kannte daher nicht die dort gesammelten und von dort ausgeführten Rinden.

Die rothe Rinde, die zur Zeit von Weddels Aufenthalt in Peru gleichfalls nicht mehr gesammelt wurde und die erst jetzt Howard*) richtig bestimmte, leitet er, mit Guibourt (Histoires des drogues III. 120,) von der C. nitida R. et P. ab, die er jedoch nicht lebend beobachtete und die nach der von ihm selbst gegebenen Beschreibung, so wie nach den von Ruiz und Pavon mitgetheilten Nachrichten, eher eine der Loxa China ähnliche als eine rothe Rinde giebt. Sicher mufs man Ruiz zustimmen, der diese bei Huanuco, Huamalis, Xauxa, Patanahuas, Myobamba, Loxa, Jaen, Cuenca etc. wachsende Art, für sehr nahe verwandt mit der Condaminea hält und ebenso auch deren von den Eingebornen cascarilla fina genannte Rinde der zuerst bei Loxa gesammelten gleichachtet.

Die in Columbien wachsenden Cinchonen beobachtete Weddel nicht an ihrem natürlichen Standorte, kannte also auch nicht bestimmt die Abstammung der, aus dem früher Columbien genannten Districte, ausgeführten Chinarinden, die schon Ende des vorigen Jahrhunderts durch Mutis bekannt, auf dessen Anregung gesammelt und in den europäischen Handel geschickt wurden.

Aufser den von Mutis gekannten vier Arten wachsen noch eine Anzahl anderer in Neu-Granada, die derselbe nicht aufgefunden hat, die indessen auch meistens für die Medicin eben so nur von untergeordnetem Interesse sind, wie drei der von ihm aufgeführten Arten, seitdem man die Güte der Rinden nur nach ihrer fieberheilenden Eigenschaft, d. h. nach ihrem Gehalte an Chinin beurtheilt. Dieser Gehalt an Chinin oder an organischen Basen überhaupt wechselt sehr in den Rinden der verschiedenen Arten von Cinchonen, fehlt in manchen gänzlich und entspricht bemerkenswerther Weise den Formen der äufseren Organe, besonders denjenigen die zur systematischen Bestimmung vorzugsweise benutzt werden.

II.

Organologisches.

Der Linnéischen Gattung Cinchona, von ihrem Autor charakterisirt durch die trichterförmige Blumenkrone mit wollig behaartem Saume und durch die unterständige, zweifächrige, von unten nach oben, scheidewandspaltig aufspringende Kapsel, wurden schon von ihm selbst und noch mehr von späteren Botanikern Arten hinzugefügt, deren Kapseln sich von der Spitze zu öffnen beginnen, bis Endlicher diese als Untergattung von den eigentlichen Linnéischen Cinchonen sonderte und Klotzsch die Endlicher'sche Untergattung Cascarilla mit der durch sechsgliedrige Blumenviertel charakterisirten Gattung Buena Pohl's dieselbe vereinigend, zu einer selbständigen Gattung, Ladenbergia genannt, erhob.

Diese systematische Sonderung der Cinchonen der älteren Autoren in die Gattungen Cinchona und Ladenbergia, correspondirt vortrefflich mit dem Vorhandensein von organischen Basen in ihren Rinden, da nur die echten Cinchonen bisher diesel-

*) Irrthümlich nannte ich im Original den Namen Klotzsch; indem ich nicht wufste, dafs er seine Kenntnifs dieser Rinde dem verdienstvollen Bearbeiter der Quinologie Pavon's verdankte.

ben erkennen liefsen, während von mir selbst die Ladenbergia*) Moritziana Kl. et Karst. und die L. (Cinchona Vahl) macrocarpa Kl., von Winkler die L. Riedeliana Kl. (China rubra de Rio Janeiro Brasiliensis) und die L. oblongifolia Kl. (China nova, Ch. rubra de St. Fee) vergebens auf diese Alkaloide untersucht wurden. Mutis schreibt seiner Quina blanca einen seifenartigen Geschmack zu, Humboldt, der diese Quina blanca von Mutis selbst erhielt, bemerkt von derselben, dafs sie, einige Zeit im Munde behalten, einen adstringirenden und aromatischen Geschmack verursachte und ihre Farbe dem Speichel mittheile. Ich fand in der Rinde der C. ovalifolia Mut. (L. macrocarpa Kl.) keine organischen Basen, wogegen Delondre und Bouchardat, in der „Quinologie pag. 40 planche XXII" beschriebenen und abgebildeten Rinde, als Resultat der Analyse Henry's 6 Centigram Chininum sulphuricum und 12 Centigram Cinchoninum sulphuricum in einem Kilogram enthaltend angeben. Dafs Henry vielleicht ebenso wie Mérat und Lens eine blasse China flava dura statt einer echten Quina blanca untersucht habe, läfst sich nach der gegebenen sehr guten Abbildung Delondre's nicht annehmen, es ist vielmehr wahrscheinlich, dass, wenn wirklich die abgebildete Rinde von Henry untersucht wurde, auch in Ladenbergien organische Basen vorkommen können, obgleich dieselben nicht gesetzmäfsig vorhanden sind; ebenso wie anderseits auch die Rinden der alkaloidreichsten Cinchonen unter Umständen ohne diese organischen Basen gefunden werden.

Delondre giebt auch von der Mutis'schen Quina roja der C. oblongifolia Mut. Quinologie pag. 41 an, dass sie Cinchonin und Chinin enthalte, man sieht jedoch aus seiner Beschreibung pag. 36 und Abbildung der untersuchten Rinde Tafel XV, dafs er eine röthliche Spielart der Quina anaranjada Mut. irrthümlich dafür nimmt. Die echte Quina roja Mut. ist die von Delondre auf der 21. Tafel als Quinquina rouge brun abgebildete Rinde, in der keine organischen Basen gefunden wurden und nicht unwahrscheinlich ist es mir, dass die auf derselben Tafel abgebildete rouge pàle genannte Rinde, welche Chinin und Cinchonin enthalten haben soll, die noch mit der Borke bedeckte Rinde derselben Pflanze ist, die in Neu-Granada, in der Provinz Ocaña nördlich von Bogota in einer Höhe 1500 meter über der Meeresoberfläche auch von mir gesammelt wurde.

Es ist gewifs richtig anzunehmen, dafs die mit einer von der Basis zuerst sich öffnenden, meist durch den Kelchsaum gekrönte Kapsel versehenen Cinchonen, die überdies eine Blumenkrone von zarterem Gefüge und bärtigem Saum, sowie meistens einen dicht durchbrochenen Samenflügelrand haben, Rinden geben, die pharmacodynamisch als antiperiodica gelten können, während die Arten der Gattung Ladenbergia, charakterisirt durch die an der Spitze sich zu öffnen beginnenden, meist von dem Kelchsaume entblöfsten Kapseln, durch den durchlöcherten Samenflügelrand und durch eine meist grofse, lederartige, mit filzig behaartem Saum versehene Blumenkrone, nur adstringirende oder tonische Eigenschaften besitzen.

Aber nicht nur der Mangel oder das Vorhandensein an Chinin und Cinchonin kann man nach den specifisch verschieden geformten äufseren Organen beurtheilen:

*) Da ich später fand, dafs nicht nur die C. heterocarpa (Flora Columbiae Taf. VI) sondern auch die C. micrantha fl. Per. und C. lucumaefolia Pav. (Wedd. Hist. nat. d. Quinq. pag. 39) Früchte haben die theils vollständig zweiklappig aufspringen theils durch den Kelchsaum auch noch nach dem Oeffnen an der Spitze verbunden bleiben, sah ich mich genöthigt die Klotzsch'sche Gattung Ladenbergia wieder mit Cinchona L. zu vereinigen.

auch der gesetzlich mittlere Gehalt an diesen organischen Basen in den Rinden der verschiedenen echten Cinchonen-Arten läſst sich annähernd aus der Form derselben erschlieſsen. Die kurzen, ovalen oder elliptischen, mit dem Kelche gekrönten Kapseln, der nicht durchlöcherte Samenflügellrand, so wie kleine Grübchen, die in den Achseln der Adern neben der Mittelrippe an den relativ kleinen, lederartigen Blättern vorkommen, sind ein Zeichen eines regelmäſsig gröſseren Alkaloidgehaltes dieser Species; während die groſsblättrigen, grübchenlosen Arten, so wie diejenigen mit langen, lanzettförmigen oder länglichen Kapseln oder mit porös durchbrochenem Samenflügelrande, wie er sich bei der C. purpurea R. et Pav. der C. Tucujensis m. und der C. cordifolia Mut. findet, schon auf einen geringen Gehalt oder auf einen gänzlichen Mangel an Chinin und Cinchonin schlieſsen lassen. Diese morphologischen Beziehungen zu dem Gehalte an organischen Basen correspondiren gleichzeitig mit den klimatischen Verhältnissen, die die Entwickelung der verschiedenen Arten bedingen und mit dem von denselben abhängigen Verbreitungsbezirke.

III.

Geographisches.

Die alkaloidreichen, grübchenblättrigen Cinchonen bewohnen die eigentliche Nebelregion der Andenkette, wo in der neun Monate anhaltenden Regenzeit ein beständiger Regen nur bei Tage durch lichte Sonnenblicke unterbrochen wird und mit Nebelwolken wechselt: während in der dem Winter entsprechenden Jahreszeit kalte Nächte, in denen die Lufttemperatur bis unter den Nullpunkt herabsinkt und die durch den schimmernden Glanz zahlloser Gestirne des dunkel azurnen Himmels erhellt werden, auf Tage folgen, in denen die bis auf 25 Grad die Atmosphäre erwärmenden Sonnenstrahlen dichte Nebel hin und wieder durchdringen, die fast beständig auf dem mit Thau benetzten Laube des Waldes lagern. Die mittlere Temperatur dieser Gegend beträgt 12—13 Centigrade.

Die weniger heilkräftigen, meist groſsblättrigen, grübchenlosen, den ausgedehnteren Verbreitungsbezirk innehabenden Cinchonen, mit der schon die Ladenbergien zum Theil gemeinschaftlich leben, werden in der trockenen Jahreszeit, durch aufsteigende Nebel und vorübergehende Regenschauer seltener erquickt, in der sie eine bis 36 Grad sich erhöhende Lufttemperatur zu ertragen haben, während im Winter dieselbe Morgens bis auf 4—5° Wärme herabfällt und der Regen meistens nur von Mittag bis gegen Mitternacht auf die sonnigen Morgenstunden folgt.

Während jene cascarillo's fino's in den immer feuchten Wäldern ohne periodischen Wechsel der Vegetation in dem ganzen Jahre mit Blumen und Früchten gefunden werden: sind diese, mehr die Waldränder durch die röthlichen Schattirungen ihrer absterbenden Blätter färbenden cascarillo's bobo's der spanischen Bevölkerung an intermittirende Vegetationsperioden gebunden.

Die Gegend um Loxa, aus der wir die erste heilkräftige Rinde erhielten, könnte man wegen ihres Reichthums an Arten, die Heimath der Cinchonen nennen, sie liegt

zugleich im Mittelpunkte des Verbreitungsbezirks dieser Gattung, die von hier aus nach Süden und nach Norden, jederseits in einer Ausdehnung von 14 Breitengraden sich erstreckt, einen schmalen Gürtel an der ostwärts sich ausbreitenden Ebene Columbiens und Brasiliens bildend, die bewaldeten Abhänge des Andenplateaus, fast bis an den aus der Ebene sich erhebenden Fuſs der Cordillere bedeckend, bis zu einer Höhe von 1500 meter über dem Meere von den Gebirgen hinabsteigend.

Doch nicht in dieser ganzen horizontalen Ausdehnung und nicht bis zu dieser Tiefe hinab wohnen die kleinfrüchtigen, meist mit grübchentragenden Blättern belaubten, alkaloidreichen Cinchonen, diese entfernen sich nur 11 Grade jederseits nach Süden und Norden, von dem Mittelpunkte ihres Gebietes, von Loxa, und steigen auch nur bis zu einer Höhe von 2000 meter über dem Meeresspiegel von den kalten Gipfeln der meist ewig beeisten Gebirgskuppen hinab, die sie zuweilen bis zu der oberen Baumgrenze, d. i. bis zu einer Höhe von 3500 meter ersteigen. Jenseits dieser Grenzen hat den südlichen Vorposten der eigentlichen Cinchonen die C. australis Wedd., den nördlichen die C. Tucujensis m. und die C. cordifolia Mut. inne, beide mit grübchenlosen Blättern und groſsen Früchten versehen, zu arm an Alkaloiden um zur Herstellung derselben für den Handel ihre Rinden liefern zu können.

Die Gattung Ladenbergia, die De Candolle noch mit der Cinchona vereinigte, verbreitet sich dagegen in zahlreichen Arten über das ganze Gebiet des zwischen den Wendekreisen gelegenen südamerikanischen Continents, von der Höhe von 2000 meter bis zu 900 meter hinab, die feuchten, waldigen Abhänge der wärmeren Gebirgszone mit ihren grossen, schneeweiſsen, duftigen Blumen schmückend. Die Exostemmen, die Remijien und die meisten übrigen zur Abtheilung der Cinchonen gehörenden Pflanzen, bewohnen zum Theil die heiſsesten Gegenden der Tropenwelt bis an die Küsten des Oceans; auch mehrere Arten von ihnen lieferten früher ihre Rinde unter dem Namen China, doch wird ihrer kaum jetzt noch erwähnt, z. B. die China St. Luciae vom Exostemma floribundum L., die China nova von Lad. oblongifolia m. (Cinch. Mut.).

IV.

Pharmacologisches.

In Columbien werden jetzt nur zwei wesentlich verschiedene Chinarindenarten gesammelt, deren eine Mutis bei Bogota 1772 entdeckte, während die andere von mir vor einigen Jahren aufgefunden und auf den Alkaloidgehalt untersucht wurde. Mutis, der die oben genannten vier Arten von Cinchonen bei Bogota entdeckte, deren Rinde er als anaranjada, amarilla, roja und blanca, als orangenfarbene, gelbe, rothe und weisse unterschied, erklärte die lancifolia, deren Rinde orangengelb gefärbt ist, für die besonders fieberwidrige, indem er sie zugleich mit der C. officinalis L. (oder Condaminea Humb.) der Loxa China für identisch hielt, er empfiehlt sie in den intermittirenden Fiebern, während die gelbe Rinde, deren Stammpflanze er C. cordifolia nannte, als stärkendes Mittel in den remittirenden Fiebern zu gebrauchen sei. Die

rothe Rinde, von der C. oblongifolia abstammend, hielt er für ein vorzügliches antisepticum und adstringens, während die weisse, besonders in den entzündlichen so wie auch in den continuirenden chronischen und den sehr hartnäckigen intermittirenden Fiebern als auflösendes und gelinde abführendes Mittel schätzte und empfahl. — Die beiden letzten Arten gehören jedoch zur Gattung Ladenbergia Kl., sie enthalten kein fieberwidriges Alkaloid und können durch ihre adstringirenden Eigenschaften in der Heilung der Fieber mehr schaden als nützen; ebenso ist die gelbe Rinde der C. cordifolia so arm an Alkaloiden, dafs sie als antiperiodicum nicht angewendet werden kann; diese drei Arten wachsen in der gemäfsigten Zone, in Gegenden die zum Theil cultivirt und bewohnt werden, sie sind daher viel leichter zugänglich und viel bequemer auszubeuten als die Cinchona lancifolia, die in einem rauhen regnerischen Klima, in den dichten von menschlichen Wohnungen weit entfernten, wenig besuchten Waldungen, einzeln zerstreut vorkommt, an Bergabhängen, die von steilen Klüften und reifsenden Sturzbächen durchschnitten werden, wo die Sonne selten einige Stunden des Tages ununterbrochen die feuchte Vegetation bescheint und wo kaum ein freier luftiger Ort sich findet, die von Saft strotzende Rinde zu trocknen. — Sowohl die Schwierigkeiten in der Gewinnung der orangefarbenen Rinde der C. lancifolia, als auch die etwas sanguinische Empfehlung der übrigen Rinden durch ihren Entdecker, veranlafste bald dessen besondere Werthschätzung der Quina anaranjada bei den Sammlern und Händlern vergessen zu machen; man begnügte sich mit den weniger heilkräftigen aber nach Mutis Angabe dennoch wirksamen, mit geringerer Mühe zu erreichenden Rinden, die man vorzugsweise und bald allein nur über Charthagena, St. Martha und Maracaybo, letztere aus dem Gebirge von Merida und Trujillo, erstere aus der Gegend von Bogota, von Pamplona und Antioquia, den Magdalenenstrom hinab, nach Europa verschiffte. So kam es, dafs die Columbianischen Rinden bald in gänzlichen Mifscredit kamen, besonders nachdem man durch Pelletier's und Caventou's Entdeckung die schnelle und sichere Schätzungsmethode ihrer Brauchbarkeit kennen gelernt hatte.

Erst jetzt in neuester Zeit wurde in Neu-Granada der lange verlassene Betriebszweig wieder aufgenommen; der Dr. Santa Maria in Bogota entdeckte von neuem mit Cespedes Hülfe die Mutissche Quina anaranjada, Tunita von den Eingeborenen genannt, und in kürzester Zeit wurde die von den europäischen Droguisten begierig aufgenommene Rinde in der ganzen Cordillere von Bogota bis Popayan entdeckt und nach Europa verschifft. Doch auch jetzt noch, nachdem die Cascarilleros durch die Unterweisungen der europäischen Fabrikanten belehrt waren, dafs die Quina amarilla genannte Rinde der C. cordifolia nicht nutzbar sei, eben so wenig wie die Mutissche rothe und weifse Rinde, dafs nur die Rinde der Tunita, die Quina anaranjada [1]), für die Bereitung der organischen Basen brauchbar sei, von denen das Chinin wie Chinidin neben dem Cinchonin vorkommen: auch jetzt noch ereignete es sich, dafs oft die echte Rinde der C. lancifolia keine Käufer fand, weil man nicht den gewöhnlichen Gehalt an Alkaloid daraus gewinnen konnte. Die Verkäufer glaubten sich in Europa

[1]) Weddel verwechselt noch mit Bergen die Abstammung der China flava dura und flava fibrosa, die nur Varietäten einer Art sind, mit der Quina amarilla Mut., indem er die flava dura Bergen's mit der Quina amarilla Mutis, Hard Carthagena bark, Quinquina de Cartagène jaune pâle zusammenstellt, und die China flava fibrosa Bergen's, Quinquina de Maracaibo, Quinquina Cartagène jaune orange nennt.

übervortheilt, während die Käufer sich das Factum durch Verfälschung oder sorglose Behandlung der Rinde erklärten; doch wenn auch beides vielleicht hin und wieder stattfindet, so ist doch der bei weitem häufigere Grund sicher ein anderer, nämlich der, *dafs in derselben Species von Cinchonen der Gehalt an Alkaloiden nicht immer der Gleiche ist.*

Dies habe ich sowohl an der Cinchona lancifolia Mut., von der schon bei meiner Ankunft in Neu-Granada an sehr vielen Orten bei Bogota und Popayan die Rinde geschält wurde, wie auch an der C. corymbosa, einer neuen der C. hirsuta Ruiz's ähnlichen Art, die ich zwischen Tuquerres und Ibarra, an dem westlichen Abhange der Vulkane Cumbal und Chiles fand, durch zahlreiche Analysen bestätigt gefunden, denen ich dort die meist selbst gesammelten Rinden unterwarf.

Die Cinchona lancifolia hat eine an Chinidin besonders reiche Rinde, doch beträgt auch ihr Chiningehalt im Durchschnitt $2\frac{1}{2}$ Procent, in seltenen Fällen steigt dieser Gehalt an Chinin bis $4\frac{1}{2}$ Procent des schwefelsauren Salzes, in anderen, wie es scheint, häufigeren bis auf 0 herab. Ich selbst sammelte an den verschiedenen Abhängen des Vulkans von Pasto die Rinde der C. lancifolia, die hier ihre südlichste Grenze zu haben scheint, und analysirte die von drei Standorten gesammelte, jede besonders. Die eine gab nur $\frac{3}{4}$ Procent, die zweite eine geringe Spur von Chinin und die dritte liefs durchaus kein Chinin erkennen; auch die übrigen schwerer krystallisirbaren Salze waren nur in geringer Menge oder gar nicht in den Rinden enthalten und wurden nicht weiter untersucht. Ein sehr ähnliches Resultat gaben mir ein Dutzend Analysen, die ich mit verschiedenen Rinden der C. lancifolia var. discolor nördlich von Pasto in dem Walde der Ortschaft Tablon gesammelt, anstellte: einige derselben gaben gegen $1\frac{1}{2}$ Procent schwefelsaures Chinin und geringe Mengen von Cinchonin, andere 2 Procent Cinchonin ohne Chinin zu enthalten, andere durchaus keine Alkaloide und die übrigen Rinden dieselben in sehr variablen Verhältnissen, doch keine das Chinin über 1 Procent. Die Erklärung dieser, mir unerwarteten Resultate, konnte nicht durch die Art der Untersuchung veranlafst sein, die ich alle selbst und sämmtlich nach derselben Methode ausführte. Die durch die angewendeten Reagentien und unvollkommenen Geräthschaften etwa veranlafsten Fehler mufsten in jeder Analyse wiederkehren, konnten daher nicht die verschiedenartigen Resultate erklären.

Ich bearbeitete immer die frische nicht getrocknete Rinde, die mit einem Drittel ihres Gewichtes in Rechnung gesetzt wurde, da aus wiederholten Versuchen hervorgegangen war, dafs die frisch geschälte Rinde auf ein Drittel ihres Gewichtes eintrocknet; sie wurde mit schwefelsäurehaltigem Wasser (auf jedes Pfund feuchte Rinde $1\frac{1}{2}$ Drachmen Schwefelsäure und 4 Pfund Wasser) so oft digerirt, bis der Auszug keinen bittern Geschmack erkennen liefs, was nach drei Operationen vollkommen stattfand, dann nach der bekannten Methode mit Kalk gefällt, der getrocknete Niederschlag mit Alkohol ausgezogen und durch Verdunsten desselben nach Sättigung der organischen Basen durch Schwefelsäure diese durch die Krystallisation gesondert. Um die Anwendung von Knochenkohle zu umgehen, deren Bereitung mir der Mangel eines eisernen Kessels schwierig machte, krystallisirte ich die erhaltenen Alkaloide mehreremale um und reinigte endlich noch das schwefelsaure Chinin durch Auflösung

in 40 Theilen siedenden Wassers von dem etwa anhaftenden Cinchonin, Chinidin und Farbestoffen.

Aus dem Walde des Tablon waren drei Proben, nicht von mir selbst aber durch einen wohlunterrichteten Mann, zum Handelszweck von ein und demselben Bergrücken an verschiedenen Abhängen, jede besonders gesammelt, deren eine Probe nur Cinchonin und zwar $1\frac{1}{2}$ Procent, die zweite kein Alkaloid und die dritte sehr wenig Chinin enthielt. Alle Rinden waren von dem untern Stamme genommen und zwar die jeder Probe nicht von einem einzigen Baume, sondern von jedem Baume eines bestimmten Theiles des durchsuchten Waldes ein oder einige Stückchen, so dafs jede Analyse den mittleren Alkaloidgehalt der Stämme des betreffenden Walddistriktes zu erkennen gab.

Auf diese Weise stellte sich heraus, dafs nicht etwa individuelle Verschiedenheiten der Pflanzen den veränderten Alkaloidgehalt bedinge, sondern dafs der Boden oder die klimatischen Verhältnisse, von denen die Ernährung der Pflanzen abhängt, denselben hervorrufe [1]).

Ein ganz gleiches Resultat gab eine Untersuchung der Rinde der C. lancifolia von Choachi bei Bogota, von Herrn Dr. Lazaro Santa Maria mir mitgetheilt; der Wald eines Bergrückens war in drei Theile getheilt und von jedem desselben besonders, die Rinde in angegebner Weise gesammelt. Die von einer Seite des Terrains gewonnene Probe gab $4\frac{1}{2}$ Procent schwefelsaures Chinin, die mittlere 2 Procent und die andere Seite unbedeutende Spuren. — Die Bodenverhältnisse liefsen in allen diesen Fällen keine Verschiedenheiten erkennen. In der Gegend von Pasto war es der Detritus des Andesites, bei Bogota derjenige des Kreide-Thonschiefers, der die besprochenen Abhänge bedeckte: es konnte augenscheinlich nur von den lokalen Luftströmungen herrühren, die von den Gipfeln der Berge nach den Thälern hin, je nach der Besonnung und der vorherrschenden Windesrichtung an einer Seite eines Bergrückens ganz anders stattfindet wie an der andern, und auf dem Rücken selbst wieder anders. — So wie das in der warmen Ebene und von der verhältnifsmäfsig trockenen Seeluft umgebene Schneegebirge von St. Martha keine echten Cinchonen zu ernähren vermag, obgleich die Temperatur der Cinchonen-Zone diesem Gebirge natürlich nicht mangelt; eben so nähert sich die auf dem isolirt stehenden, ringsum von den heifsen trockenen Thäler der Patia-Gewässer umgebenen Vulkan von Pasto wachsende C. lancifolia, hinsichts des Gehaltes ihrer Rinden an Absonderungstoffen, den an wärmeren Abhängen wachsenden Arten ihrer Gattung; ähnlich wie der Gehalt an Zucker, an Stärkemehl und an ätherischen Oelen von den klimatischen Verhältnissen abhänging ist, unter denen die Pflanzen wachsen, die diese Stoffe absondern.

Aus den von Delondre und Bouchardat in ihrer Quinologie pag. 33 etc. mitgetheilten Analysen der Qinquina calisaya de St. Fee, der Q. jaune orange de Mutis, Q. Pitayo und Q. rouge de Mutis, in denen ich die von mir beobachteten Variationen der Rinde der C. lancifolia und nicht die Mutis'schen Rinden erkenne, ergiebt sich gleichfalls der wechselnde Gehalt an organischen Basen in dieser Rinde, durch

[1]) Es erinnert dieses wechselnde Verhältnifs des Chinins und Cinchonins der Rinde der C. lancifolia an das durch mehrere zuverlässige Chemiker nachgewiesene Schwanken des Gehaltes an Morphium, Narcotin und den übrigen Alkaloiden in dem Safte von Papaver somniferum, abhängig von den klimatischen Verhältnissen unter denen diese Pflanze wuchs.

den sich Delondre und Bouchardat bestimmen liefsen, dieselben als besondere Arten von Chinarinden zu betrachten.

Die Beobachtung der Cinchona corymbosa an dem westlichen Abhange der Vulkane von Cumbal und Chiles bestätigten durchaus diese Annahme. Beide Vulkane liegen nahe an einander, die Hochebene von Tuquerres im Westen begrenzend; ihr östlicher Abhang, der dieser Ebene zugewandt ist, ist baumlos und von Gräsern und Gesträuch bewachsen, ebenso der nördliche Abhang des Cumbal, der an das heifse Thal des Guavo grenzt. Der westliche Abhang der beiden hier nicht abgegrenzten Vulkane ist von dichten Waldungen bedeckt, die in ihren oberen Regionen die C. corymbosa einschliefsen. In den nördlichen Theilen des Waldes, die an das Guavo-Thal grenzen, fand ich diese Cinchone besonders häufig, oft in so ausgedehnten Gruppen, dafs man sie fast als Cinchonenwälder bezeichnen konnte. Verschiedene Analysen der Rinde dieser Waldparthien liefsen jedoch nur $\frac{3}{4}$ Procent Chinin erkennen, ja an der nördlichsten Grenze des Waldes, der Besitzung Pipulquer angehörend, hatten die Stämme auch an dem höchsten Standorte durchaus kein Chinin.

Auch die übrigen Baumarten dieses Waldtheiles, verschiedene Arten von Rhopala, Codazzia, Weinmannia, Lettsomia, Clusia, Cletra, Saurauja, Terntrömia, Macrocnemum etc. etc. gaben die Nähe der trockenen Atmosphäre des Guavothales zu erkennen.

Die auf dem südwärts benachbarten Bergrücken in geringer Verbreitung vorkommenden Stämme der Cinchona corymbosa gaben eine Rinde, die $1\frac{1}{4}$ Procent Chinin enthielt. Dies Terrain lag in der mittleren Region des vertikalen Verbreitungsbezirkes dieser Cinchone; nach oben wurde die Waldvegetation durch Graswuchs ersetzt, der den sehr abschüssigen kiesigen Abhang bekleidete, die untere Grenze bildete eine unzugängliche über tausend Fufs hohe vertikale Felswand, die auch die östliche und westliche Seite des von dem eisbedeckten Gipfel des Vulkans auslaufenden Bergrückens begrenzte. Die an diesen Trachytwänden wurzelnden, von den gegenüberliegenden Höhen erkennbaren Stämme der Cinchona, waren daher der Untersuchung unzugänglich.

Günstiger waren die Verhältnisse eines noch weiter südlichen, gleichfalls von Ost nach West sich erstreckenden Bergrückens, der schon dem Vulkan Chiles angehörte, von dessen Gipfel er begann und der durch sein allmäliges Abfallen der Beobachtung zugänglicher war. Das trachytische Gestein war hier durch mehrere 100 Fufs hohe Geröllschichten überlagert, in denen die aus dem Eise des Berggipfels entspringenden Bäche schmale und tiefe Betten gegraben hatten, in denen, vor den heftigen und eisigen Nachtwinden geschützt, der Baumwuchs des Waldes fast 2000 Fufs über die obere Grenze desselben hinaus in die grasbedeckte Fläche sich hinein erstreckte. — Diese nach unten sich verbreiternden Schluchten sind die Canäle für den aufwärts steigenden Luftstrom, wenn die Mittagssonne die Pflanzendecke des Bergabhanges erwärmt; hier bilden sich zuerst die Nebel, wenn die an Wassergas reichen Schichten der wärmeren Atmosphäre mit der kälteren, von dem beeisten Gipfel herabfallenden Luft zusammentreffen und ein öfter wiederholter Wechsel von dichtem Nebel, der die Oberfläche der Pflanzen überall benetzt, und warmen Sonnenstrahlen, die die dicht bethauten Blätter abtrocknen und erwärmen, dauert bis zum späten Nachmittage fort, wo dann Nebelwolken die ganze Gegend überlagern, bis sie durch die Nachtkälte

niedergeschlagen, erst durch die späteren Strahlen der Morgensonne wieder zu Gas aufgelöst werden.

Dies ist das eigentliche Klima der an organischen Basen reichen Cinchonen, so geht es wenigstens aus meinen Beobachtungen hervor, denn die Rinde, der in der beschriebenen Schlucht hoch über der eigentlichen Grenze des Waldes wachsenden Cinchonen, gab $3\frac{1}{2}$ Procent schwefelsaures Chinin, während die aus dem tiefer gelegenen Walde, an der unteren Grenze der C. corymbosa gewonnene Rinde, wo schon die Ladenbergia macrocarpa sich einfand, kaum 1 Procent erkennen liefs. Dieser untere, sehr üppig vegetirende Waldtheil befand sich in der Region der Regenwolken, wo die kältere Bergluft in die mit Wassergas gesättigten, aus den wärmeren Gegenden aufsteigenden Schichten der Atmosphäre hineinfällt und der beständig über dem Walde gelagerte Nebel, häufig in Regen übergehend, die erwärmenden Sonnenstrahlen fast nur in der Sommerzeit durchläfst. Dann, in höhere Regionen hinaufsteigend, wird der Nebel hier von der Sonne fast verdrängt, und der periodische Wechsel des Wachsthums der Ladenbergien geht hier schon in die beständig gleichmäfsige Vegetation der die Nebelregion bewohnenden Cinchonen über.

Aehnliche Unterschiede in den atmosphärischen Verhältnissen, durch Luftströmungen hervorgebracht, finden oft in nebeneinander liegenden Bächen und Schluchten ein und desselbeu Berges statt, je nachdem dieselben höher oder tiefer mit gröfserer oder geringerer Breite in ein bewaldetes oder nacktes Gebiet enden: häufig habe ich in einer solchen Gebirgsschlucht die fortwährend erneute Bildung von Nebeln beobachtet, während in einer benachbarten, dann gewöhnlich breiteren, beständiger Sonnenschein die Pflanzendecke beleuchtete und ohne Zweifel sind ähnliche Verhältnisse die Ursache der oben erwähnten Verschiedenheit in dem Alkaloidgehalt der C. lancifolia, auf benachbartem Gebiete gewachsen.

Dennoch hat wahrshheinlich eine jede Art von Cinchonen ihren gesetzmäfsigen mittleren Alkaloidgehalt, der bei der C. lancifolia für das Chinin $2\frac{1}{2}$ Procent und für das Cinchonin 1 bis 2 Procent betragen mag. Könnte man diesen mittleren Alkaloidgehalt jeder Cinchonenart genau bestimmen, so liefse sich vielleicht die von Pfaff und Bergen vorgeschlagene Eintheilungsweise der Chinarinden durchführen: da dies gesetzmäfsige Verhältnifs, jedoch durch Aenderung der, jeder Pflanzenart entsprechenden klimatischen Ernährungsbedingungen gewissen Abänderungen unterworfen ist, scheint dies Princip unausführbar. Auch das Alter des Pflanzentheils kommt überdies hierbei in Betracht, denn jene Menge von Chinin in der Rinde der C. lancifolia bezieht sich nur auf die Rinde des erwachsenen Stammes; diejenige der jüngsten Zweige hat weder Cinchonin, wie Weddel dies bei der überhaupt an Cinchonin reicheren C. calisaya gefunden zu haben glaubt, noch andere krystallisirbare organische Körper in bemerkbarer Menge, diese finden sich erst in den älteren zolldicken Aesten ein, an denen der Kork vollkommen ausgebildet ist. Die Rinde der Wurzel, wenigstens des oberen Theiles derselben, hat gleichfalls ihren wenn auch geringeren Gehalt an organischen Basen, denen des Stammes ähnlich; in dem anatomischen Bau ähnelt dieselbe der Rinde des Stammtheiles, welcher der Schatten- und Wind-Seite zugewendet ist.

Die Rinde umgehauener Stämme erhält sich, wenn diese feucht liegen, sehr lange frisch und unverändert und auch der Chiningehalt scheint nur sehr allmälig

sich zu ändern; ich machte die Beobachtung, dafs an einem Stamme, dessen zur Zeit des Fällens abgenommene Rinde $3\frac{1}{2}$ Procent schwefelsaures Chinin gab, dieselbe 6 Monate nach dieser Zeit sich um $\frac{1}{2}$ Procent verringert hatte, wogegen sich ein mit dem schwefelsauren Chinin gleichzeitig aus der alkoholischen Flüssigkeit krystallisirender Körper vorfand, der in durchscheinenden, gypsähnlichen, concentrisch gruppirten Blättchen krystallirte, dessen Natur jedoch wegen der geringen Menge nicht weiter untersucht wurde. Das Ansehen dieser Rinde, des seit sechs Monaten umgehauenen Stammes der C. corymbosa, war vollkommen das eines noch lebenden Baumes; sie bedeckte die untere, den Erdboden berührende Seite des Stammstückes, von dem die die obere Seite bedeckende Rinde bei der Untersuchung $3\frac{1}{2}$ Procent gegeben hatte; nur die alten Schnittflächen waren bis auf einige Linien Tiefe braun gefärbt, sonst fand sich nach dem Umwenden des Stammes die ganze Rinde wohl erhalten, nach dem Abschälen, wie gewöhnlich, während der ersten Minuten fast weifs und dann erst sich in Folge der Berührung mit der Atmosphäre braun färbend. — Diese an der Luft sogleich eintretende Oxydation der Gerbsäure in Chinaroth und die dadurch hervorgebrachte braune Färbung der frischen Rinde der echten Cinchonen, findet bei der oben erwähnten L. macrocarpa Kl. nicht statt. Aus diesem Grunde gab Mutis dieser Pflanze den Namen Quina blanca, eine Benennung die, da sie naturgemäfs ist, verstanden wird ohne gelehrt zu werden, wie ich bei meinen Excursionen in den Provinzen Pasto und Tuquerres, wo diese Pflanzen bisher nicht bekannt gewesen waren, an den Indianern, die mich in den Wäldern begleiteten, bemerkte, da sie, durch mich auf die Aehnlichkeit der L. macrocarpa mit der echten Cinchona aufmerksam gemacht, der Rinde die sie für mich schälten aus eigener Erfindung den Namen Cascarilla blanca beilegten. Jedoch auch der Rinde eines sehr verschiedenen Baumes, einer Bignoniacee mit sehr bitterer Rinde nämlich, der Codazzia Krst. et Triana, die in derselben Region der C. macrocarpa wächst, legten sie diesen Namen bei, da auch sie sich sehr langsam dunkel färbt und gleichfalls sehr bitter ist. So hat jede Gegend ihre Quina blanca, amarilla und roja ohne dass man glauben darf, sie seien mit den von Mutis aufgestellten Arten identisch; und diejenigen, die z. B. Mutis eines Irrthumes in der Bestimmung seiner rothen Rinde beschuldigen, begehen selbst den grossen Fehler, nach den spanischen Benennungen der Eingebornen die Rinden des Handels und deren Mutterpflanzen bestimmen zu wollen.

Die übrigen von mir in Venezuela und Neu-Granada beobachteten Cinchonen, die C. cordifolia Mutis, die C. pubescens, die C. ovata Ruiz, die C. Humboldtiana Lamb., so wie drei von mir entdeckte, die C. Tucujensis, C. pedunculata und C. heterocarpa, werden nicht zur Ausfuhr benutzt, in früheren Zeiten geschah es, wie gesagt, mit der Rinde der erstgenannten Arten; die C. Tucujensis lieferte die Ch. de Maracaybo; jetzt jedoch, wo der Chiningehalt die Verkäuflichkeit der Chinarinden bestimmt und die Sammler die Erfahrung gemacht haben, dafs nur die echte unverfälschte Waare auf dem europäischen oder nordamerikanischen Markte die nicht unbedeutenden Kosten des Sammelns und der Ausfuhr bezahlt macht, werden diese an organischen Basen armen Arten höchstens als Brennholz benutzt.

Weddel giebt an, die C. ovata diene in Bolivia (Provinz Carabaya) zum Verfälschen der Calisayarinde; also auch dort wird sie nicht besonders gesammelt, eben so wenig die Rinde der C. purpurea fl. per., wie Pöppig berichtet, oder die der ver-

wandten Arten C. cordifolia Mut. und C. pubescens Vahl, in welcher letzteren nach Weddel von Pelletier das Aricin entdeckt wurde.

Von der C. lancifolia kommen mancherlei geringe Abweichungen in der Gröfse der Frucht und des Blattes, so wie in der Form und Behaarung des letzten vor. Die oblonge Kapsel ist in der Regel 17 Millim. lang, 7 Millim. breit, zuweilen kommt sie etwas länger, zuweilen etwas schmäler vor, also die längliche Form immer mehr hervortretend. Das lanzettförmige Blatt, in der Regel 12 Centim. lang, erreicht zuweilen an üppigen Sprösslingen die dreifache Länge, auch kleinere Varietäten finden sich, deren ich eine beobachtete, die bei 10 Millim. Längc sich der eiförmigen Gestalt näherte und zugleich die an den Adern behaarte Unterfläche etwas heller grün, fast blaugrün gefärbt war, wefshalb ich sie als Varietät discolor unterschied[1]). Wegen der den Olivenblättern etwas ähnlichen Form und Färbung wird diese Varietät auch bei Bogota hoja de Olivo genannt.

Alle diese verschiedenen Formen liefsen jedoch keine beständige Abweichung in dem Bau der Blumen und Frucht erkennen, um sie nicht als blofse Abänderungen der C. lancifolia Mut. zu betrachten. Die Blätter zeigen immer an der Unterfläche in den Winkeln der Adern kleine von Haaren umgebene Grübchen, die an der Oberseite der Blattfläche als kleine Anschwellungen des Blattparenchyms erscheinen. Diese Grübchen, die schon ein äufseres Zeichen des gesetzmäfsigen bedeutenderen Alkaloidgehaltes der Rinde sind, haben die meisten früheren Beobachter nicht gesehen und Weddel verneint das Vorhandensein derselben positiv, wahrscheinlich weil er die Pflanze nicht lebend beobachtete und weil diese Eigenthümlichkeit an trockenen Exemplaren schwieriger zu erkennen ist.

So kann sich der Chinarindensammler (Cascarillero) also schon durch die Form der Organe einer Cinchone und durch das Klima, in denen sie wächst, beim Aufsuchen einer guten Handelswaare leiten lassen, die freilich zur Sicherheit von jedem Standorte dennoch besonders wieder durch die chemische Analyse hinsichts des absoluten Chiningehalts geprüft werden mufs.

Kein geübter Cascarillero wird einen Cascarillo fino, wie die medicinisch wirksamsten Cinchonen genannt werden, zu finden hoffen, so lange noch die Region der Cascarillo's bobo's oder Requeson (der C. cordifolia etc. so wie der Ladenbergien, cascarilla blanca und roja) beim Ersteigen der waldigen Abhänge des Berges nicht überschritten ist; durch die kleinen Kapseln, die kleinen, harten, grübchentragenden Blätter, den nicht durchlöcherten Samenflügelrand, kann er sich gleichfalls leiten lassen.

Eine Cinchone im Allgemeinen wird zum Unterschiede von den meisten übrigen Waldbäumen, in deren Gemeinschaft sie wächst (einige Lettsomien und Terntrömien ausgenommen), durch die rothe Färbung ihrer absterbenden Blätter erkannt; auch bei der C. lancifolia trifft dies zu, deren Nähe man, im Walde gehend, wo man meistens die Krone der Bäume nicht sehen kann, an den herabgefallenen rothen Blättern und Nebenblättern erschliefst; nicht jedoch wenn man den Wald aus der Höhe, wie dies häufig angegeben wird, von einem Baum oder einem Hügel herab betrachtet, wo man nur die jüngeren grünen Blätter sieht, die man vielmehr an dem eigenthümlichen Schimmer der glatten Oberfläche auch schon aus der Ferne erkennt. Bei

[1]) Von der in Bolivia wachsenden Species discolor Kl. unterscheidet sich diese Varietät schon durch die Blätter, da dieselben hier eirundlanzettlich, bei der C. discolor Kl. verkehrt eirund sind.

der Cinchona corymbosa trifft jenes Kennzeichen noch weniger zu, da die Blätter selbst hier häufig abfallen ohne sich geröthet zu haben, wenn dies auch zuweilen geschieht, nur die Nebenblätter röthen sich stets vor dem Abfallen. — An den nicht brauchbaren Cinchonen, der cordifolia, pubescens, purpurea, Tucujensis und andern findet die rothe Färbung der alten Blätter noch auffallender als bei den besseren Arten statt.

Von der C. lancifolia, deren Rindensorten durch orangen-gelbe Farbe, durch die hell-ockergelbe oft perlmutterglänzende Korkschicht und durch den kurzsplittrigen Bruch charakterisirt wird, läfst man, bevor sie abgeschält wird, die äufseren saftlosen Korkschichten mit dem Ueberzuge von Epiphyten abschaben; die Cascarilleros verrichten dies mit dem grofsen säbelförmigen Messer, der Machete, das sie immer mit sich führen, um sich durch das niedrige Gestrüpp monocotyler Pflanzen, so wie in einander geflochtener Schlinggewächse hindurch zu arbeiten. Sind sie endlich bei dem Baume angelangt, den sie aus der Ferne erblickten, oder den sie durch die herabgefallenen Blätter und Nebenblätter in der Nähe vermutheten, so schaben sie diese äufsere Oberfläche der Rinde so weit ab, als sie erreichbar ist, hauen mit einem kleinen Handmeisel Längen- und Quer-Schnitte in die Rinde, um dieselbe dann in Streifen von 1 Fufs Länge und 1—2 Zoll Breite ablösen zu können. Haben sie den Stamm ringsum soweit abgeschält, so hauen sie ihn mit der Axt um, theilen ihn, wie die Aeste, nachdem sie die nach oben gewendete Seite auf gleiche Weise abschälten, in Stücke, die sie dann umwenden um auch die Rinde der unteren Seite gleichfalls zu gewinnen, die dünneren Aeste und Zweige, deren Rinde zu dünn ist, lassen sie in Neu-Granada ungeschält, da diese im Handel nicht besonders verkäuflich ist, wie es durch das Vorurtheil vergangener Zeiten mit den peruanischen Rinden stattfand, und den Rindenschälern ihre Arbeit, die sie nach Gewicht bezahlt erhalten, nicht vergütet so lange noch dickere Stämme genug vorhanden sind; auch die Wurzeln werden aus diesem Grunde nicht geschält. Man trifft sowohl von der C. corymbosa, als auch von der C. lancifolia Bäume von 60 Fufs Höhe, deren Stämme bis 5 Fufs im Durchmesser haben; ein einziger solcher Riesenbäume, die freilich nicht häufig angetroffen werden, liefert dann 10 Centner trockener oder 30 Centner nasser Rinde, für die die Rindenschäler in den meisten Gegenden pro Centner circa 3 Thlr. Preufsisch bezahlt erhalten, wenn sie sie im Walde frisch geschält verkaufen, jedoch 12 Thlr. für den Centner, wenn sie dieselben vorher trocknen und in der nächsten Faktorei abliefern, der Marktpreis in den Städten ist noch um vieles höher; in Bogota und Popayan wurde die trockene Rinde zur Zeit meiner Anwesenheit mit 30 Thlr. der Centner bezahlt. Die in der Umgegend von Popayan d. i. in Pitayo [1]) und Puracé auf dem Guanacas, in dem südlichen Gebirge bis in die Nähe von Pasto, bei Almaguer etc. gesammelte Rinde wird theils von Sabanilla oder Carthagena ausge-

[1]) Der Name Pitayo ist von einigen Pharmacognosten z. B. von Batka mit der Piton, von Kunze und Berg mit Pitoya, von Ersterem wie von Peretti die China Pitaya mit der Ch. bicolorata oder Atacamez verwechselt worden. Seit der ersten Sendung der Rinde, der C. lancifolia Mut., die der General Mosquera aus seinen Besitzungen in Pitayo im Jahre 1824 durch den brittischen Generalconsul Hendersen in Bogota nach London schickte, um sie dort hinsichtlich ihres medicinischen Werthes untersuchen zu lassen, scheint dieser Irrthum durch v. Bergen eingeführt zu sein, der im Magazin der ausländischen Literatur der gesammten Heilkunde, Hamburg 1825, eine Mittheilung der Times vom 24. Sept. referirt, worin jene Sendung des Generals Mosquera bekannt gemacht wird. Atacamez liegt westlich von Ibarra am Westabhange des Cotocacha, es kam von dort die noch in den Droguensammlungen vorhandene

führt. Die sehr schlechten Wege und die gefahrvolle Einschiffung auf dem mit reîſsender Geschwindigkeit strömenden Dagua bis Buenaventura, den kaum ein Boot ohne Umschlagen passirt, so daſs die meisten Chinaballen in Buenaventura durchnäſst ankommen, veranlaſst viele Rindenhändler in Popayan die Waare auf dem etwas längeren Wege über Honda und Carthagena zu schicken. Hier finden sich überdies häufig Schiffsgelegenheiten auch für kleinere Parthien, die sich in Buenaventura nicht darbieten, daher die Kaufleute Popayans ein ganzes Schiff in Lima chartern, oder wenigstens den gröſsten Theil desselben von dort aus in Ladung nehmen müssen, um die Verfrachter desselben zu bewegen es nach Buenaventura zu schicken. — Um allen diesen Uebelständen zu entgehen, wählen die Chinahändler Popayans, wie gesagt, lieber den längeren Weg und schicken ihre Rinden entweder über den Guanacas ins Magdalenenthal, wo sie in Neiva eingeschifft bis Honda zu Flusse gehen können, woselbst sie eines niedrigen aber langen Falles wegen umgeladen wird um dann bis Barranquilla zu gehen, wo sie gelagert wird, bis sich in dem nahen Seehafen Sabanilla Gelegenheit findet eingeschifft zu werden: oder man schifft die Ballen in dem drei Tage entfernten Cauca bis Carthago ein, von wo sie dann auf Lastthieren über den dem Guanacas an Unwegsamkeit gleichen Quindiupass bis Honda gebracht wird. Diesen Transport von Popayan bis Honda rechnete man zur Zeit meines Aufenthaltes in jenen Gegenden 15 Thlr. für jeden Centner, auf den dann bis Sabanilla incl. Ausfuhrsteuer noch circa 10 Thlr. lasten. Aus diesem Kostenanschlage allein sieht man schon, daſs sich schlechte Chinarinden nicht bezahlt machen würden, und da sie jetzt fast alle durch die Hände der Fabrikanten gehen, daſs nur Rinden, die wenigstens $1\frac{1}{2}$ Procent Chinin enthalten, von Popayan ausgeführt werden können.

Alle Rinden der oben genannten groſsblättrigen Cinchonenarten, die nur einen sehr geringen Alkaloidgehalt haben, werden nicht mehr von den Händlern gefordert und da sie nicht mit den besseren Arten gemeinschaftlich, vielmehr meistens an ganz entlegenen Orten wachsen, wird es auch den Sammlern nicht leicht dieselben heimlicherweise unterzumischen. Jeder der Zwischenhändler untersucht genau vor dem Kaufe die Ballen auf Verfälschungen, was leicht zu erlernen ist, da fast in ganz Neu-Granada nur eine ziemlich charakteristische gute Art vorkommt: denn es ist durch Erfahrung wohl bekannt, daſs auf den überseeischen Märkten s o l c h e Verfälschungen den Verkauf nur erschweren oder ihn ganz unmöglich machen. Wenn daher von Pharmacognosten behauptet wird, das in einem Ballen Chinarinden eine Anzahl verschiedener Arten beisammen gepackt seien, so kann ich dies für die aus Neu-Granada ausgeführte Rinde, insofern darunter verschiedene Pflanzenspecies gemeint sind, mit Sicherheit verneinen und für die peruvianischen hege ich gerechte, aus den Verbreitungsverhältissen der Arten selbst hergenommene Zweifel: denn jede Art hat höchst wahrscheinlich in letztgenannten Gegenden eben so wie in Columbien ihren besonderen Standort, den sie unvermischt mit anderen Arten von derselben Gattung behauptet. Die Rinde jeder Art wird daher abgesondert von den Uebrigen, gesammelt und verpackt, und wenn die Droguisten in Europa aus einem Packen Rinde

China bicolorata, die wahrscheinlich von einer Pinkneya stammt: während Pitayo, an dem Westabhange des Guanacas, bei Popayan liegt und eine vorzügliche Ch. flava dura von der dort wachsenden C. lancifolia liefert. Zur Zeit sind die Wälder von Pitayo erschöpft, man sucht die Rinde ferner und ferner in den angrenzenden Waldungen, wozu besonders Totoró und Puracé gehören, die eben so geschätzte Rinde, unter den Namen Pitayo, liefern.

China Pseudo Loxa, Huamalis, Huanuco etc. oder Pitayo roja, Pitayo naranjada, flava dura, Carthagena etc. auswählen, so ist dies nur ein Beweis, dafs diese Unterscheidungen sich auf das äufsere Ansehen und variable physikalische Verhältnisse der Korkschicht der Rinde bezieht, die in Amerika natürlich an einer und derselben Pflanzenart eben so sehr variiren wie bei unseren europäischen Bäumen und dafs es ein Irrthum ist, diese Verschiedenheiten auf eben so viele verschiedene Pflanzenspecies zurückführen zu wollen.

In den Wäldern ist es an frischen Rinden noch leichter die echten Chinarinden von anderen zu unterscheiden, da die durch Oxydation der Gerbsäure an den frischgeschälten Rinden eintretende Färbung für eine jede sehr charakteristische Kennzeichen darbietet, abgesehen von den übrigen physikalischen Eigenschaften. Wird einmal von einem der Rindenschäler ein solcher Betrug versucht, so wird er daher auch immer auf der Stelle bemerkt, defshalb können solche Versuche auch nur bei sehr grofser Nachlässigkeit der Verwalter stattfinden und werden während des Trocknens und Verpackens entdeckt.

Wie oben bemerkt, findet man die an organischen Basen reichen Cinchonen der Nebelregion während des ganzen Jahres blühend und fructificirend, bald diesen bald jenen Stamm, wenngleich vorherrschend die Blüthezeit mit der trockenen Jahreszeit zusammenfällt, die in Bolivien und Peru von Mai bis August, in Neu-Granada von November bis März der Regel nach statt hat. Die Zeit des Rindenschälens ist verschieden je nach der Art des Trocknens; fast allgemein geschieht dies in Neu-Granada mit Hülfe des Feuers, wefshalb man auch während des ganzen Jahres mit dem Schälen und Trocknen der Rinde beschäftigt ist, obgleich es in den Monaten des heftigen Regens oft schwer hält die Arbeiter zu dem Geschäfte zu bewegen, was denn auch nicht selten die Ursache ist, diese Zeit ungenutzt vorübergehen zu lassen und den Sommer abzuwarten. Dafs dies geschieht um die Rinde zur Zeit der Fruchtreife zu sammeln, wie Ruiz und Pavon „Suplemento p. 41“ angeben, ist eben so unrichtig wie die gleichzeitig ausgesprochene Meinung, dafs die alte Rinde fast untauglich sei, weniger heilkräftig als die der jüngeren Aeste, und dafs nur die Rinde der mittleren Stammtheile gesammelt werden dürfe. Alle diese Behauptungen stellten sie a priori auf, dieselben als die beim Einsammeln der Rinde von Caxanuma und Uritusinga bei Loxa geltenden, als Norm dienenden Grundsätze ausgebend, doch dies einzig und allein nur um den Mutis'schen Erfahrungen zu widersprechen. Denn so wahrscheinlich auch die Ruiz'sche Hypothese ist, dafs mit den Entwickelungsstadien der Pflanze der Gehalt an organischen Basen in der Rinde sich ändert: so spricht doch die Erfahrung, dafs aus gewissen Wäldern während des ganzen Jahres, aus andern nie Rinde geschält werden kann, gegen dieselbe.

Das Trocknen geschieht nur von den kleineren Sammlern die die Rinde selbst trocknen, um sie auf den Markt zu bringen oder getrocknet an die Faktoreien zu verkaufen, im Freien an der Sonne; die gröfseren im Walde angelegten Faktoreien, die die Rinde frisch von den Sammlern entgegen nehmen, trocknen dieselbe mit Hülfe des Feuers. Auf andere Weise ist es im Walde selbt gar nicht möglich, weder im Winter noch im Sommer, man müfste denn in letzter Jahreszeit, wie dies in Bolivien geschieht, die Rinde feucht verpacken und in wärmere Gegenden bringen lassen, um sie dort an der Sonne zu trocknen, dies liefse sich dann auch nur in der trocknen

Jahreszeit ausführen. In Neu-Granada, wo während des ganzen Jahres die Rinde geschält wird, errichtet man an einem dazu im Walde gelichteten Orte eine Art Scheune d. h. ein auf Pfeilern (Baumstämmen) ruhendes Dach, das aus Palmenblättern oder denen der Heliconien, oder aus Gras gemacht wird, je nachdem dasselbe dem wärmeren Klima der Cascarillo's bobo's näher oder mehr in der Nähe der oberen Waldgrenze angelegt wird. In der Region der Cascarillo's fino's giebt es keine Heliconien und selten grofsblättrige Scitamineen oder geeignete Palmen, wozu besonders die Geonomen gehören: die vorhandenen grofsen Blätter der Anthurien und Philodendra, die man zu diesem Zwecke fünffach übereinanderlegt, faulen zu rasch, um mit Nutzen dienen zu können.

In einer Höhe von 8 Fufs über der Erde befinden sich Querbalken unter dem Dach, worauf aus Palmenblattstielen oder Bambusen ein Lattenwerk gebunden wird, auf dem man die Rinde einen halben Fufs hoch ausbreitet, unter diesem unteren Lattenboden wird einige Fufs darüber ein zweiter angebracht der zu gleichem Zweck dient, die Tragebalken des Daches werden jederseits gleichfalls mit einer ähnlichen jedoch offenen Lattenschicht verkleidet, zwischen denen die dickeren Rindenstücke gesteckt und so die Wände aus Chinarinde gebildet werden.

Auf dem Boden der so construirten Hütte werden mehrere Feuer angezündet, deren Wärme die von Zeit zu Zeit umgewendete Rinde in 3—4 Wochen trocknet. Schneller darf das Austrocknen nicht geleitet werden, da die Farbe leicht zu dunkel wird und man meint, dafs der Preis in Folge dessen herabgesetzt werde, was darauf schliefsen liefse, dafs sich die organischen Basen durch die gröfsere Wärme in der frischen feuchten Rinde zersetzen, worüber ich keine Erfahrungen gemacht habe. Man erkennt das völlige Ausgetrocknetsein der Rinden im Bruche, der dann gänzlich gelb ist, während im entgegengesetzten Falle die mittlere Schicht der Rinde noch die gelblich weifse Farbe zeigt. Die Rinde darf dem Feuer nicht zu nahe gelegt werden, da sie dann eine röthliche Farbe annimmt oder gar durch den Rauch geschwärzt wird. Sind die Rinden zu sehr vom Feuer entfernt, so schimmeln sie und werden gleichfalls vom Handel ausgeschlossen.

Dafs das Rindensammeln die Cinchonen in ihrem Vaterlande ausrotte, wie man hier in Europa von vielen Seiten aussprechen hört, ist eine unbegründete Annahme. Sowohl aus der stehenbleibenden Stammbasis der abgehauenen erwachsenen Bäume, wenn dieselbe nicht der Rinde beraubt ist, spriefsen zwischen Rinde und Holz eine Anzahl von Schöfslingen hervor, was freilich nicht geschieht, wenn die Rinde von dem Stumpfe bis auf die Wurzel abgeschält wurde: als auch aus den reifen Samen, die beim Umhauen der Bäume oder vor demselben zur Erde fielen, keimen auf dem jetzt von der Sonne erwärmten feuchten Boden eine Menge junger Pflanzen, die in dem dichten Schatten nicht das zu ihrer Entwickelung nöthige Licht gehabt haben würden: wefshalb denn auch die Rindensammler meinen, dafs ihr Geschäft die Anzahl der Bäume vermehre statt dieselbe zu verringern. Freilich findet in dem abgesuchten Distrikte für eine Zeit von 12—15 Jahren eine Unterbrechung der Ernte statt, wie es jetzt z. B. in Pitayo und Loxa sich ereignet, doch dient dies nur dazu, immer genauer die endlosen Waldungen zu durchforschen und immer neue Quellen dieses unschätzbaren Heilmittels aufzufinden, während inzwischen in den erschöpften Wäldern die junge Generation wieder heranwächst. Ein wirkliches Ausrotten der

Cinchonen findet nur dort statt, wo die Waldungen nach dem Einsammeln der Rinden gänzlich abgeholzt und abgebrannt werden, um für den Ackerbau zu dienen, was verhältnifsmäfsig mit äufserst geringem Territorium geschieht.

Die völlig trockene Rinde wird, ohne Sonderung der oft einen halben Zoll dicken Stammrinden, von den dünnen beim Trocknen zusammenrollenden Rinden der Aeste in Säcken von sogenanntem Manilahanf (den Bastbündeln der Blätter der Fourcroya) zu Ballen von 1 Centner Gewicht verpackt. Um den Transport zu erleichtern, wird die zum Theil zerbrochene Rinde so eng wie möglich zusammengeprefst. In Bogota sah ich meistens die grofsen schönen Rindenstücke so viel wie möglich schonen, in Popayan zog man vor, die Rinde möglichst zusammenzustampfen um ein kleineres Volumen des Ballens zu erzielen, da sich doch die Käufer in Europa bei der Schätzung derselben weniger von dem äufseren Ansehen der Rinde als von dem Chiningehalte derselben leiten lassen. Diese Säcke umgiebt der Grofshändler für die weitere Versendung nach Europa mit einer Rindshaut, deren Haarseite nach Innen gewendet und die nach vorhergegangenem Einweichen um den Ballen genäht und die Näthe mit Pech verschmiert werden.

Als Kennzeichen der besten und wohlbehandelten Rinden der *C. lancifolia,* der *Tunita,* der Bogotaner, wird die Orangenfarbe der Innenrinde, die gelbliche glimmerglänzende Korkschicht, unter welcher oft eine dunkelbraune Linie auf dem Bruche bemerkbar, die tiefen rinnenförmigen Querfurchen von 1 — 1½ Linien Breite, die sich hin und wieder an der äufseren Oberfläche finden und die Narben der abgefallenen Blätter bezeichnen so wie die Art des Querbruches genommen, der kurz- und feinsplittrig sein mufs, fast wie steife Pappe zerbrechend. Die hellgelbe Korkschicht bildet an älteren Rinden öft Höcker und Warzen. Die Rinde der untern Stammtheile und der Wurzel so wie die dem Regen und Winde zugewendete Stammseite ist mehr geneigt zur Borkenbildung wie die obern der Sonne ausgesetzten Stammtheile; es bilden sich an ihnen die muldenförmigen Eindrücke, die die dickeren Calisaya-Rinden charakterisiren. Die dünnen Rinden sind immer zusammengerollt, weniger von der gelblichen Korkschicht gereinigt wie die der dickeren Rinden, dann zum Theil durch schwache unregelmäfsige Quer- und Längen-Risse gefeldert, alle an der innern ockergelb gefärbten Seite durch die hier gedrängt neben einander liegenden Bastfasern feinstreifig.

Die oben erwähnte Varietät mit kürzeren eiförmig-lanzettlichen Blättern der *C. lancifolia,* die ich als *discolor* in dem bald erscheinenden Hefte der Flora Columbiae beschrieb und Tafel XII. abbildete, zeichnet sich stärkere an dem Stamme durch unregelmäfsige Risse eingeschnittene Kork- und Borken-Bildung und tiefe muldenförmige Wucherungen des Korkes in die Rinde hinein aus, besonders an den unteren Stammtheilen und der Wurzel finden sich dieselben. Der Querbruch der Bastschicht ist sehr kurz- und feinfasrig. Die unter dem Korke belegene dunkelgefärbte Schicht besteht aus horizontal gestreckten, selten mit eingestreuten cubischen, dickwandigen Zellen, erfüllt mit braunrothem Safte und giebt der Rinde nach der Entfernung des Korkes ein röthliches Ansehen, indem diese Stellen lackroth gefärbt sind. Diese rothen Farbstoffzellen sind es, welche der Aufsenrinde, in deren Parenchym zerstreut sie vorkommen, die orangegelbe Farbe mittheilen, während die innere Seite derselben gelb gefärbt ist. Berg nennt diese Sorte China Pitoya (Pitayo) und unter-

scheidet die mit gefelderter Borke von der nicht gefelderter als Buenaventura und Sabanilla.

Eine andere Form mit kleineren weniger zugespitzten Blättern, die ich in der Gegend von Bogota bei Chiquinquira und Caquesa, jedoch leider nicht hinreichend zu beobachten Gelegenheit hatte, um zu entscheiden, ob dieselbe wie ich anfangs vermuthete, eine Varietät *obtusata* der *C. lancifolia* oder eine vollständige Species ist[1]), giebt eine Rinde im Aeufsern sehr der echten C. lancifolia ähnlich, jedoch durch den langfasrigen Bruch sogleich zu unterscheiden, der sie als eine Ch. flava fibrosa des Handels zu erkennen giebt. Diese Rinde enthält, so viel ich zu beobachten Gelegenheit hatte, stets weniger, höchstens 1 Procent Chinin, wird daher nicht für den Handel gesucht. Die Farbe der äufseren Oberfläche ist das Orange der C. lancifolia oder etwas röther, auch ein röthliches Ockergelb mit rothen Flecken. Die gelbgefärbte Ch. flava fibrosa des Handels habe ich nicht beobachtet[2]).

Delondre und Bouchardat beschreiben in ihrer Quinologie zwei Rinden p. 35 und 36, die vielleicht mit dieser von mir beobachteten identisch sind. Die erstere, von ihnen Quinquina Carthagène ligneux genannte und pl. XIII. abgebildete Rinde, welche 2 Procent Chininum sulphuricum giebt, zählen sie zu den besseren von den Fabrikanten stets vorgezogenen Sorten. Diese Angabe verglichen mit meinen, über diese Rinde freilich unzureichenden, Beobachtungen bestätigt vielleicht das oben Mitgetheilte über die Variation des Chiningehaltes in ein und derselben Rindenart. — Die zweite Art, die Delondre und Bourchardat irrthümlich Quinquina rouge de Mutis nennen und pl. 15 abbilden, scheint derselben Varietät anzugehören etwas röther gefärbt, wefshalb sie von den Rindensammlern auch Quina carmin genannt wird; diese Chemiker erhielten daraus 1,2 bis 1,5 Chininum sulph. und 0,6 bis 0,7 Cinchonin sulph.

Die gelbe Rinde von Mutis stammt, wie gesagt, von der *C. cordifolia* Mut. (fl. columb. Taf. VIII.), ist medicinisch werthlos, eine holzige Rinde von grobsplittrigem Bruche, zimmtfarben, aufsen gelb gefärbt, mit glimmerglänzendem hellgelbem

[1]) Von der C. lucumaefolia Pav., die ohne Zweifel nahe verwandt ist und gleichfalls abgestumpfte Blätter hat, die nach Lindley (fl. medicinal) mit der C. stupea Pav. übereinstimmt, unterscheidet sich die von mir beobachtete Pflanze durch die Grübchen in den Winkeln der Blattnerven, die jene C. lucumaefolia nicht besitzen soll, und auch die von Pavon als Rinden der C. stupea und C. lucumaefolia gegebenen Proben unterscheiden sich von der bei Bogota beobachteten Rinde durch ihre röthlich grau-gelbe Farbe und dickeren Bastfasern, die zu mehr runden Bündeln vereinigt sind; der Bruch derselben ist fein- und brüchig-fasrig, nicht so biegsam-fasrig wie die orange-gelbe Rinde, die ich für eine Varietät der C. lancifolia und für gleichwerthig mit der China flava fibrosa halte.

[2]) Mutis machte bei seiner Eintheilung in orange, gelbe, weifse und rothe Chinarinden von Bogota keinen Unterschied hinsichts des verschiedenartigen Bruches der ersteren von den verschiedenen Lokalitäten, er scheint selbst diese langfaserige Varietät als Quina primitiva febrifuga bezeichnet und als beste orangefarbene angenommen zu haben, denn nach v. Bergen p. 297 enthielt die ihm von Martius geliehene Rindensammlung von Ruiz einige Rinden, welche völlig mit der Ch. flava fibrosa übereinstimmen und Calisaya de St. Fé bezeichnet sind. Nach Göbel und Kunze, Waarenkunde I. pag. 59, fand sich überdies in der Rindensammlung der Frau Geh. Räthin Kohlrausch ein Packet mit gelber Ch. fl. fibrosa von Humboldt eigenhändig signirt: „Quina orangé de St. Fé le meilleur de toutes les espèces connues contre les maladies intermittentes. C'est le plus aromatique.“ A. v. Humboldt erhielt die Rinde von Mutis, und Ruiz wurde sie gleichfalls von Mutis durch Lopez neben den Zweigen der als typische Form der lancifolia, die Ruiz als C. angustifolia in seiner Quinologia abbildete, geschickt. Ruiz beschreibt diese ihm von Mutis gesendete Rinde als gelb im Bruche: „con multidud de fibrillas longitudinales largas, agudas, muy delgadas y desiguales“ (mit einer Menge langer, sehr dünner, spitzer und ungleicher Fäserchen); er vergleicht sie ferner, offenbar aus dem Wunsche sagen zu können, dafs sich alle Mutis'schen Cinchonen auch in Peru finden, mit einer von Tafalla in den feuchten und heifsen Wäldern von Chicoplaya gesammelten Rinde der C. lanceolata ähnlichen Species: die jedoch viel holziger und dunkler gefärbt ist, in den dickeren Platten, mit abgestofsenen Borkenschuppen, vielmehr der regia ähnlich.

Korke bedeckt, der später in unregelmäfsigen dicken Schuppen abfällt; dickwandige cubische Harzzellen finden sich in der Aufsenrinde jedoch nicht häufig, die Bastfaserzellen der Innenrinde sind von sehr ungleicher Dicke unregelmäfsig reihenweise geordnet, einzeln oder einige in kleine Bündel oder radiale Reihen vereinigt, die neben den Bastzellen befindlichen Faserzellen finden sich hin und wieder gleichfalls mit mehr oder weniger stark verdickten Wandungen. Die in den jungen Zweigen vorhandenen Saftfasern sind nicht von Dauer; die Aufsenrinde dieser Zweige trocknet mit Längenrunzeln.

Eine früher als Maracaibochina in den Handel gebrachte gelbe Rinde von einer der C. purpurea fl. per. verwandten, im Gebirge von Merida wachsenden Art, der *C. Tucujensis m.* (fl. columb. Taf. IX.) wird jetzt gleichfalls nicht mehr gesammelt; ich fand davon in Humucaro alto am Fufse des Paramo de las Rosas noch Parthien aufgestapelt, die jetzt nicht mehr verkauft werden konnten. Im Aeufsern ist sie der Rinde der C. cordifolia ähnlich, mit starken Borkenschuppen und fast korkigem, sehr kurzfasrigem, der guten Ch. flava dura einigermafsen ähnlichem Bruche; die Bastzellen stehen mehr vereinzelt in dem parenchymatösen Gewebe der Innenrinde, umgeben von wenigen Cylinderzellen, die zuweilen gleichfalls verholzen. Die dickwandigen Harzzellen fehlen der Aufsenrinde. Sehr häufig finden sich in dem Rindengewebe zerstreute Zellen, mit kleinen Körnern von oxalsaurem Kalke erfüllt. — Delondre und Bouchardat zogen aus der Quinquina Maracaibo (l. c. p. 38, pl. XVIII.) 0,3 bis 0,4 Procent Chininum sulph. und 1,0 Procent Cinchoninum sulph.

Die Rinde der *C. corymbosa m.* (vergl. Fl. columb. Taf. X.) ist eine graue den Loxarinden ähnliche, sie ist im Bruche ungleich feinsplitterig und faserig, holziger wie die Rinden der C. lancifolia, innen grau zimmtfarben, aufsen nach Entfernung der Korkschicht schmutzig ockergelb. Von der unversehrten Korkschicht bedeckt ist die Oberfläche der jüngeren Aeste grau gefärbt, mit feinen ziemlich genäherten Querrissen und unregelmäfsigen Längenrissen, zuweilen diese so nahe an einander, dafs die Rinde dadurch ein schuppiges Ansehn erhält, wie die Pseudo-Loxa Rinden beschrieben werden. Die älteren Aeste und der Stamm sind mit einer dickeren Korkschicht bekleidet, die von entferntstehenden Rissen zerspalten ist, aus denen häufig das parenchymatische Korkgewebe in Warzen und Wülsten hervorwuchert, ähnlich der im Handel als Huamalis oder der als Ch. rubra suberosa bekannten Rinde. Unter der Korkschicht ist auf dem Bruche eine dunklere Schicht bemerkbar, von stark verdickten Harzzellen herrührend. Alle jüngeren Rinden der C. corymbosa sind verhältnifsmäfsig etwas dicker wie die der C. lancifolia, was von der stärkeren Entwickelung des Gewebes der primären Rinde jener herrührt. — Wie oben angeführt fand ich die meisten dieser Rinden von geringerem Chiningehalte, nur an einigen Orten war sie gut, d. h. gab sie $1\frac{1}{2}$ Procent schwefelsaures Chinin, an einem andern war sie ausgezeichnet, d. h. gab sie $3\frac{1}{2}$ Procent dieses Salzes; im Durchnitt möchte sie der Loxa oder Huanuco gleichzustellen sein. Einen Handelsnamen kann ich von dieser Rinde nicht angeben, da sie seither nicht in den Handel gekommen war, wenigstens nicht aus Neu-Granada, wo sie erst, nachdem ich die Bewohner jener Gegenden auf dieselbe aufmerksam machte, gesammelt wird. Vielleicht wird sie Tumaco- oder Barbacoas-Rinde genannt werden, da sie von diesen Orten aus über Guayaquil, Buenaventura oder Lima nach Europa verschifft werden wird. Die Ver-

packung wurde von den verschiedenen Unternehmern sehr verschieden ausgeführt, einige folgten der in Popayan üblichen Weise, andere nahmen statt der Rindshaut Wachsleinewand, andere verpackten die einen Centner schweren Ballen in groben Flanell und darüber grobes Baumwollengewebe, welche beide Stoffe von den Indianern in Equador angefertigt werden.

Diese Handelsnamen und die Verpackungsweise interessirt überdies wenig, da die Zeiten vorüber sind, in denen man an diesen Merkmalen eine Rinde erkannte und unterschied. Die Pharmacopöen werden den Officinen die Farbe und den Gehalt an organischen Basen vorschreiben müssen und die Droguisten und Pharmaceuten sind genöthigt, jede Rindensorte auf diesen Gehalt zu prüfen, da die Farbe und die Abstammung allein denselben nicht erkennen läſst.

Alle Rinden einer Pflanze, die des Stammes, der Aeste und der Zweige haben dieselbe Grundfarbe; an der Richtigkeit der Angabe einiger Pharmacognosten, daſs an einem und demselben Baume graue, rothe und gelbe Rinden vorkommen, zweifle ich sehr, es müſste denn in Bezug auf die Flechten, die die Oberfläche bedecken, geredet sein und nicht das Pulver der Rinde oder das von dem abgestorbenen Korke entblöſste Parenchym damit gemeint sein, wie die Farbenbezeichnung doch rationell nur zu verstehen ist. Auch die jüngsten Aeste der C. lancifolia haben dieselbe eigenthümliche gelbe Farbe, wie die älteren Rinden, und geringe Farbennuancen hängen wohl von der Art und Weise des Trocknens ab, da die mit Feuer getrockneten Rinden leicht eine röthliche Farbe annehmen, während die der Sonne ausgesetzten und hin und wieder durch Regen und Thau benetzten Rinden mehr ockergelb werden. Auch der Standort verändert ohne Zweifel, ebenso wie die Form und Consistenz der Blätter und deren Behaarung, gleichfalls etwas die Farbe und das Verhältniſs der Elementarorgane der Rinde, sowohl hinsichts ihres Durchmessers als auch der relativen Menge, ebenso wie derselbe auf die Kork- und Borken-Entwickelung von groſsem Einflusse ist: dennoch bleibt der Grundton der Rindenfarbe für eine jede Species sicher derselbe und die Veränderungen in dem anatomischen Baue überschreiten nie die Grenze der für jede Species möglichen und gesetzlichen Variation. Diese letzteren zu bestimmen und den Charakter jeder Species zu erkennen ist die Aufgabe des Beobachters und das Ergebniſs vieler vergleichenden Untersuchungen.

V.

Anatomisches.

a. Allgemeines.

1. Bastzellen. Die Rinden aller Cinchonen verdicken sich durch fortdauernde Neubildung der Bastschicht aus dem Cambium, sie sind charakterisirt durch spindelförmige, stark verdickte, verhältniſsmäſsig kurze Bastzellen, die in der Innenrinde, gemischt mit nicht verdickten vertikal gestreckten Cylinderzellen, entsprechend den Elementarbestandtheilen des Holzes, durch Schichten von Markstrahlenzellen gesondert, in radiale Reihen geordnet sind, wie dies die continuirliche Vegetation der Tro-

pen mit sich bringt. Bei den Arten der Gattung Cinchona sind die Bastfaserzellen, die anfangs einen braunen Saft enthalten, in welchem kleine Bläschen und Körnchen schwimmen, später fast bis zum Verschwinden der Zellhöhlungen verdickt, die Verdickungsschicht der Tochterzelle durch wenige feine Porenkanäle unterbrochen, nur die jüngsten, zunächst an das Cambium grenzenden Bastzellen haben noch eine Höhle. Bei den Arten der Gattung Ladenbergia, sind diese Faserzellen zwar stark verdickt, haben jedoch immer ein mehr oder weniger bedeutendes Lumen (Taf. XX, 17 u. 18); die der ersteren Gattung sind viel kürzer und dicker als die der Letzteren, welche auch viel bedeutendere Porenkanäle haben. Die cylindrischen meistens dünnwandigen Zellen, welche das mit den Markstrahlen in radialen Schichten abwechselnde Gewebe bilden, in welchem die Bastzellen mehr oder weniger zahlreich und verschieden gruppirt vorkommen, findet man gleichfalls mit mehr oder weniger verdickten Wandungen ihrer concentrischen Häute in allen Uebergangsformen von jenen dünnwandigen Cylinderzellen zu eigentlichen Bastzellen. Da die Markstrahlen im Holze sowohl wie in ihrer peripherischen Fortsetzung in der Rinde in vertikalen Abständen hin und wieder sich erweitern, d. h. statt aus einer einfachen Zellenschicht (a. Fig. 6 u. 16) aus drei und vier Schichten von Zellen (b. Fig. 6, 10, 16, 17) bestehen, die an der Peripherie in Form einer Ellipse erscheinen, so dafs die zunächst stehenden vertikal gestreckten spindel- und cylinderförmigen Zellen der Innenrinde meist etwas bogenförmig gekrümmt sind, die übrigen der normalen Form sich nähernd ihnen anliegen, erhält das ganze Gewebe im Tangentialschnitt durch diese abwechselnden Erweiterungen der Markstrahlen ein netzartiges Ansehen. Auf dem Querschnitte der Rinde sieht man aus demselben Grunde breitere und schmählere Markstrahlen.

2. Saftfasern. Das primäre Rindenparenchym aller Cinchonen wird in den jüngsten Zweigen durch einen Kreis von Zellen, die die Chinagerbsäure meist in braunroth gefärbtem, gummi-harzigem Saft enthalten, meistens lang gestreckt sind und in vertikalen Reihen übereinanderstehen, die bei vielen Arten zu continuirlichen Fasern (sogenannten Gefäfsen) verschmelzen, von dem cambialen Gewebe gesondert, in welchem sich innerhalb des peripherischen Theiles, während der Verdickung der Holzzellen an der centralen Seite, jene Bastzellen bilden. Wie es scheint, fehlen keiner Art der Linneischen Gattung Cinchona diese Saftbehälter[1]) in der Rinde der jüngsten Zweige (s. Fig. 9, C. Calisaya); bei den Ladenbergien sind sie besonders weit und zu Fasern, den sogenannten Milchsaftgefäfsen (s. Fig. 18) vereinigt; bei den Cinchonen sind sie im Allgemeinen enger, oft nicht zu Fasern vereinigt und verkümmern bei vielen Arten bald gänzlich, so dafs sie in zweijährigen und älteren Zweigen nicht mehr zu erkennen sind. Im Markgewebe finden sich in der Nähe der Markscheide ebenfalls diese Elementarorgane; in der Nähe der Stengelknoten sind sie häufiger und gröfser als in der Mitte der Internodien. Im Allgemeinen kann man sagen, dafs in den medicinisch wirksamen Arten mit kleineren, härteren, grübchentragenden Blättern diese Saftbehälter unvollkommener sind als in den, den Ladenbergien ähnlichen, grofsblättrigen grübchenlosen Arten: doch ist dies nicht ausnahmslos richtig, da z. B. in der Rinde der *C. glandulifera* R. et Pav., die in Rücksicht auf medicinischen Werth einen mittleren Platz einnimmt und deren Blätter kleine Grübchen in den Aderwin-

[1]) Vielleicht nur mit Ausnahme der C. hirsuta Ruiz et Pav.

winkeln der unteren Blattfläche haben, bedeutend weite Saftfasern (s. Fig. 11), auch in älteren, noch vorhanden sind, bis sie durch die Borkenbildung in dem benachbarten Gewebe abgestofsen werden; von den beiden rothen Rinden, die beide zu den an organischen Basen reichsten gehören, hat die eine, die nach Delondre's und Bouchardat's Angaben 1,5 bis 1,8 Procent Chininum sulphuricum giebt, von ihnen (l. c. pag. 30) rouge pale genannt, weite Saftfasern (Fig. 13), während die andere, aus der diese Chemiker 2,0 bis 2,5 Procent Chin. sulph. erhielten, von ihnen rouge vive genannt, durchaus nichts von diesen Elementarorganen erkennen läfst.

3. Harzzellen. Die ursprünglich sphärischen Zellen der primären Rinde, die durch die Saftzellen oder Saftfaserschicht später als Aufsenrinde von der die Bastzellen enthaltenden Innenrinde getrennt ist, sind dann wagerecht gestreckt und man findet statt der Bastfasern einzelne dieser Zellen, oder mehrere beisammen, Gruppen oder Schichten bildend, mit stark porös verdickten Wänden und einer sehr ähnlichen harzigen Flüssigkeit wie die Saftbehälter sie enthalten, angefüllt. Die dickwandigen Bastzellen finden sich in der Innenrinde der Cinchonen, wie gesagt, stärker ausgebildet, d. h. vollständiger und gleichmäfsiger verdickt als bei den Ladenbergien, wogegen diese porös verdickten Zellen der Aufsenrinde bei den Arten der letzteren Gattung bedeutend stärker entwickelt sind als bei den echten Cinchonen. Bei einigen Ladenbergien, z. B. der *macrocarpa* (*Cinchona* Vahl) bilden sie fast vollständige Schichten innerhalb des Korkes mit geringen Schichten parenchymatischer Zellen wechselnd (Fig. 18), finden sich überdies in den Arten dieser Gattung auch vertikal gestreckt und zu Bündeln vereinigt, den Bastbündeln der Innenrinde der Cinchonen vergleichbar[1]): während bei diesen und zwar im Durchschnitt in den medicinisch wirksameren Arten diese Harzzellen selten vorkommen oder gänzlich fehlen, z. B. in den rothen Rinden (Fig. 10 u. 13), bei der Calisaya sehr selten, bei anderen häufiger (Fig. 11, 12, 15), jedoch nie in dem Mafse ausgebildet vorkommen, wie bei den Ladenbergien. Dennoch kann man nicht eine allgemeine Regel aus dem Verhältnisse des Vorkommens dieser Harzzellen ableiten, da auch bei medicinisch wirksamen Arten dieselben oft in bedeutender Menge vorhanden sind, z. B. gerade bei unserer orangefarbenen Rinde (Fig. 3), wo sie auf dem Bruche die dunkle Linie unter dem Korke bilden. Diese schon mit dem Korke und der Borke in Beziehung stehenden Elementarorgane der Aufsenrinde bilden sich, nachdem diese durch die Borkenbildung abgestofsen wurde, auch in dem vermehrten Parenchyme der Innenrinde zwischen den Bastzellen, mit denen gleichzeitig sie später häufig wieder verflüssigt werden; sie finden sich also in Geweben, in denen mit ihrer Entstehung wahrscheinlich gleichzeitig die organischen Basen verschwinden.

Auch die übrigen horizontal gestreckten nicht verdickten der Korkschicht nahestehenden Rindenzellen füllen sich bei einigen Arten und an gewissen Standorten mit einem ähnlichen dunkelgefärbten Safte, wodurch auf der Bruchfläche der trockenen Rinden eine glänzende dunkle Schicht bemerkbar wird, der sogenannte Harzring (Fig. 11, 15), dessen Vorhandensein oder Fehlen man zur Eintheilung der Chinarinden, besonders der peruanischen grauen Rinden, benutzt hat. Da sich jedoch dieser

[1]) Diese vertikal gestreckten Harzzellen sind oft den dicken kurzen Bastzellen der guten Chinarinden einigermafsen ähnlich, unterscheiden sich jedoch stets sogleich durch das gröfsere Lumen der Zelle und die grofsen Porenkanäle der Wandung.

Harzreichthum erst in älteren Rinden und wie es scheint auch an gewissen Standorten vorzugsweise findet, so trifft die hierauf begründete Eintheilung der Rinden nicht immer mit deren Abstammung überein, wenn auch dies Verhältnifs sehr wohl als Fingerzeig dienen kann. Nach abgestofsener Aufsenrinde durch die Borkenbildung finden sich jene dickwandigen Zellen auch in dem vermehrten Parenchyme der Innenrinde zwischen den Bastzellen.

4. Kalkzellen. Einzelne Zellen sowohl der Innen- wie der Aufsenrinde und des Markes, besonders in den jüngeren, Stärkemehl enthaltenden Geweben, sind mit kleinen Körnern oxalsauren Kalkes angefüllt, deren Vorkommen jedoch nicht beständig zu sein scheint, wahrscheinlich ebenso wie das Vorhandensein der organischen Basen mit der Aenderung der Ernährungsverhältnisse ändert[1]). Bei den echten Cinchonen, wie bei den Ladenbergien kommen sie vor; bei den ersteren jedoch im Allgemeinen seltener und zwar weniger bei den hartblättrigen als weichblättrigen Arten, daher ein Zeichen geringerer Güte. In der Ch. Maracaibo von *C Tucujensis* m. und der Ch. Cusco, von der *C. purpurea* fl. per. nach Howard abstammend, sind sie sehr häufig.

5. Kork und Borke. Die äufsere Rindenschicht aller Cinchonen geht mit dem Alter durch eintretende Borkenbildung verloren und selbst die Bastschicht der Innenrinde wird aufsen in Borke verändert, während an der Innenseite neue nachwächst. Bei den verschiedenen Cinchonenarten bildet sich die Borke abhängig von dem Standorte auf sehr verschiedene Weise aus, indem bei einigen die Entstehung von parenchymatösem Kork, bei anderen die des sogenannten Schwammkorkes aus radialgestreckten und aneinandergereihten Zellen bestehend, bei noch anderen die des aus tafelförmigen Zellen bestehenden Korkes, des Periderma oder Plattenkorkes vorherrscht, welcher letztere, wenn er das Gewebe der Rinde oder des Schwammkorkes durchsetzt, die sogenannten Borkenschuppen bildet[2]). Für manche Cinchonenarten,

[1]) Das Wachsthum der Zellen, die den oxalsauren Kalk enthalten, ist häufig etwas mehr verlangsamt, wie das des angrenzenden Gewebes, so dafs ihre Wandungen dünner bleiben und man auch in dem ausgewachsenen Gewebe zuweilen noch die in vertikaler Lage zu 2—4 übereinander liegenden Zellen in Kugelform innerhalb der Mutterzelle erkennt: während die benachbarten ebenso grofsen Zellen mit ihren Wandungen aneinandergeprefst sind nnd in der gewöhnlichen polyedrischen Form erscheinen, die viele Anatomen jetzt als aus einfachen Scheidewänden entstanden ansehen.

[2]) Schon in sehr jungen Zweigen findet sich zunächst unter der Epidermis eine oft nicht unbedeutende Schicht der tafelförmigen Peridermzellen, des Plattenkorkes, einen geschlossenen Mantel um das innere Zellgewebe bildend, demselben die zur Nahrung dienenden Bestandtheile der Atmosphäre zuführend und die Verdunstung der Flüssigkeit hindernd, die dasselbe durchtränkt. In etwas älteren Zweigen findet man die Schicht dieses Plattenkorkes schon bedeutend vergröfsert und zwar nicht allein durch eine von dem ursprünglich vorhandenen Korkcambium ausgehende Vermehrung dieser Zellenschicht, sondern auch durch unmittelbare Umwandlung des zunächstliegenden Rindenparenchymes in diese radial geordneten Korkzellen. Die dünnwandigen, rundlichen, polyedrischen oder cylindrischen Zellen sowohl, wie die dickwandigen Harz- und Bast-Zellen, alle verändern ihre ursprüngliche Funktion, füllen sich, während die früher verdickten Wandungen, die sogenannte Verdickungsschicht, der sekundären Zellen wie der primären Zellen resorbirt werden, mit einer dunklen, später, wenn sie der Umformung in die radial geordneten Korkzellen sich nähern, heller werdenden Flüssigkeit reihen sich zum Theil unmittelbar, zum Theil nach vorhergegangener Neubildung von Zellen in ihrem Innern dem Korke an, um früher oder später als Korkcambium, d. h. als Mutterzellen von Korkzellen, zu dienen. Die Natur des Korkes und die Zusammensetzung der Borke ist verschieden, je nachdem eine der verschiedenen Entwickelungsstufen des Korkgewebes sich vorwaltend ausbildet. Die Borke der Cinchonen besteht nicht aus parallelen Schichten der verschiedenen Borkengewebe, sondern wie bei der Platane ergreift die cambiale Thätigkeit einzelne muldenförmige Schichten des mehr oder weniger zur Plattenkorkbildung vorbereiteten Borkengewebes, deren Ränder mit der peripherischen Korkschicht zusammenhängen, und Gruppen jenes Rinden- oder Borken-Gewebes einschliefsen, das dadurch dem Saftzuflusse entzogen wird und ohne seine Bestimmung zu erreichen, ohne zur Vermeh-

die an gewisse klimatische Verhältnisse für ihr Gedeihen besonders strenge gebunden sind, giebt die Form der Kork- und Borkenbildung ein vortreffliches leicht in die Augen fallendes Merkmal z. B. für die an sonnigen, grasigen Abhängen der Anden Peru's frei oder neben niederem Gesträuch wachsende strauchartige, der *C. Condaminea* Humb. verwandte *C. Bonplandiana* Kl. und für die *C. Calisaya* Weddel, die, nach den Beobachtungen dieses Botanikers, in die Thäler der gemäſsigten Gebirgszone Bolivias bis zu einer Höhe von 5000 Fuſs herabsteigt, alle benachbarten Bäume des Waldes überragend. Für diese, nicht selten von einer trockneren, durch vorübergehende Nebel abwechselnd genäſsten Atmosphäre umgebenen Arten, scheint eine häufig wiederholte Bildung des Plattenkorkes Regel, hervorgebracht durch den Wechsel des Austrocknens und Einreiſsens der äuſseren Borken- und Korkschicht, mit dem Befeuchtetwerden und Aufquellen des im Grunde freigelegten Parenchymes, das sogleich in Korkgewebe umgeändert wird, zur Vernarbung der Riſswunde. Entfernt man die rissige Korkschicht, so sind die vernarbten Risse als flache Furchen in der Unterlage erkennbar. Die in der fortdauernd feuchten Atmosphäre der Nebelregion wachsende C. lancifolia ist dagegen durch stärkere Bildung von parenchymatösem Korke und unregelmaſsigere Risse und Wucherungen des Plattenkorkes charakterisirt. Von der *C. corymbosa* führte ich an, beide Arten von Borkenbildung beobachtet zu haben, in dem feuchten schattigen Dickicht des Waldes die Korkbildung an den unteren Zweigen und Stämmen, während die an dem Waldsaume auf trocknerem Boden stehenden kleineren Bäume die Borkenbildung der Calisaya und Condaminea wiederholten.

Diese Abhängigkeit der Borkenentwickelung von dem Klima macht zwar für manche Arten von Cinchonen die Charakterisirung und Erkennung ihrer Rinden sehr schwierig, dennoch bietet es bei vielen ein gutes Merkmal, z. B. die muldenförmigen Schuppen der *C. Calisaya* Wedd. und *C. lanceolata* R. et Pav., die Korkwucherung in Warzen und Wülsten für die Rinde der *C. micrantha,* für diejenige des Stammes der *C. corymbosa* und der Ch. rubra suberosa, die vielleicht gleichfalls nur eine in feuchterem Klima gewachsene Variation der Ch. rubra dura ist, zugleich entsprechend den Angaben Poeppig's über die Farbe der Rinde der *C. glandulifera,* demgemäſs in der wärmeren Gegend dieselbe heller ist: so daſs vielleicht die helle Ch. rubra dura von trockneren wärmeren Standorten derselben Species herrührt, die an kälteren feuchteren die dunkle rubra suberosa liefert. Diese Vermuthung findet noch darin eine Begründung, daſs Pavon in seiner Rindensammlung die Borkenrinden (Ch. rubra dura) *C. succirubra* nennt, während nach mündlichen Mittheilungen des Herrn Dr. Klotzsch, die bald ausführlicher erörtert von demselben in den Verhandlungen der Berliner Akademie erscheinen werden, im Pavon'schen Herbarium als *C. succirubra* eine Species bezeichnet ist, von der nach neue-

rung des Korkgewebes gedient zu haben, vertrocknet. Ist die Auſsenrinde auf diese Weise gänzlich umgeändert, so geht auch die Innenrinde in einen ähnlichen Entwickelungsvorgang ein; die Zellen der Markstrahlen, die Faser- und Bast-Zellen, alle ändern ihre Funktion, letztere am spätesten, indem auch ihre Wandungen auf gleiche Weise, wie diejenigen der dickwandigen Harzzellen, resorbirt werden. Häufig vollendet sich nicht bei allen diese Resorption und man findet sie in ihrer ursprünglichen Form und Beschaffenheit in dem Platten- oder Schwamm-Korke oder in dem Borkengewebe eingeschlossen.

Diese verschiedenen Entwickelungsstufen des Korkes, als Metamorphosen des vollendeten Rindengewebes, sind in den beiden vorzüglichen Arbeiten, die wir über die Form der Borke und des Korks von Mohl und Hanstein besitzen, noch nicht geschildert worden.

ren Beobachtungen am Westabhange des Chimborazo jetzt die Ch. rubra suberosa gesammelt wird[1]).

Die meist unregelmäſsig zerrissene Borke der *C. lancifolia* besteht hauptsächlich aus eigentlichem Borkenparenchyme (der niedrigsten Entwickelungsstufe des Korkes aus dem Rindenparenchyme) während alle Rinden, die man im Handel jetzt als Loxa, Pseudoloxa und Huanuco bezeichnet, von einem vollkommenen Korkgewebe bedeckt sind.

b. Besonderes.

Die Bastfasern der Innenrinde, deren Stellung so charakteristisch für die Cinchonen ist und deren Form und Wandung zur Unterscheidung einer echten Cinchone von einer Ladenbergie sich mehr wie alle übrigen Kennzeichen eignet: geben auch zur Unterscheidung der einzelnen Arten der Gattung Cinchona, bei gleichzeitiger Beachtung der übrigen anatomischen Verhältnisse wie der physikalischen Eigenschaften, einen brauchbaren Anhaltspunkt.

Die mehr oder weniger vollständige und gleichförmige Verdickung der Bastzellen macht schon den Gehalt an organischen Basen kenntlich; die guten rothen und gelben Rinden sind durch die vollständige Ausfüllung des Zellraumes von den grauen Loxa-Rinden, so wie von den nicht officinellen Rinden echter Cinchonen meistens leicht zu unterscheiden.

In dem Rindengewebe der jungen Zweige verbreitern sich die radialen Schichten der Markstrahlenzellen durch Querstreckung ihrer Zellen in der Art, daſs sie sich dem Gewebe der Auſsenrinde anschlieſsen und so Keile bilden, die sich nach dem Centrum verschmälern, wo sie sich in die Markstrahlen des Holzes fortsetzen, Keile von dem Gewebe der Innenrinde einschlieſsend, die dem verholzten Fasergewebe entsprechen, dem sie mit der breiten Seite anliegen, sich nach der Peripherie hin zuschärfend. In dieser Spitze oder Kante des aus Cylinderzellen gebildeten Keiles der Innenrinde (Fig. 12 x) liegen die Bastfasern in der Regel einzeln zerstreut, auch dann, wenn sie mehr nach Innen, dem Holze zu, besonders in älteren Rinden, mehrere nebeneinander zu radialen Reihen oder Bündeln vereinigt sind und bei wenigen Arten finden sich schon in diesen Auſsenkanten der Innenrinde Bündel oder radiale Reihen von Bastzellen, die dann in älteren Theilen an Zahl von einzelnen Bastzellen zunehmen und dicker werden. Von dieser Anordnung der Bastfaserzellen, ob sie einzeln oder in radialen Reihen oder Bündeln nebeneinander stehen, ob diese Bündel in vertikaler Richtung an einander hängen oder vereinzelt in dem nicht verdickten Zellgewebe liegen, hängt die Art des Querbruches der Rinden ab, ob fein- oder grobsplit-

[1]) Wenn diese Hypothese sich bestätigte, würde die C. succirubra Pav. zugleich den Beweis liefern, daſs die Funktion der Saftfasern in der abwechselnd trocknen, warmen Gegend für das Individiuum nothwendiger sei und von längerer Dauer sein müsse, als in dem feuchten und gleichmäſsigen Klima, was ich an Einer Pflanzenspecies bisher nicht beobachtet habe, was jedoch mit den Organisations-Verhältnissen der Pflanzen im Allgemeinen sehr wohl übereintrifft, da die mit thätigeren Gummi- und Harz-Fasern versehenen Pflanzen meistens einen intermittirenden Vegetationscharakter haben, sei dieser durch abwechselnde Dürre wie bei den Cycadeen, Ficoideen, Umbelliferen, Terebinthaceen, Clusiaceen, Euphorbiaceen, Leguminosen etc. oder durch abwechselnd kalte Witterung veranlaſst, wie bei den Coniferen. In dem gleichmäſsigen feuchten Klima d.r kühleren Gebirgswälder der Aequatorialgegenden sind Harz oder Gummi gebende Pflanzen verhältniſsmäſsig selten, z. B. einige Arten baumartiger Farren, Aroideen, Compositen, Lobelien, Clusien etc.

terig, ob lang- oder kurzfaserig, Eigenschaften, die zur Bestimmung des medicinischen Werthes von besonderer Wichtigkeit sind, daher auch zur Unterscheidung der Rindensorten dienen können, wenn auch die Species, die die Rinde liefert, dadurch nicht erkannt werden kann, da uns die C. lancifolia zeigt, dafs in den Rinden der verschiedenen Variationen einer Species auch diese Verhältnisse wechseln.

Gewöhnlich stehen in den älteren Rinden mehrere Bastzellen nebeneinander, auch dort, wo sie in den jüngeren Rinden nur einzeln vorkommen. In den echten rothen Rinden, in der C. Calisaya (Fig. 8), der C. lancifolia var. discolor (Fig. 6), der C. Tucujensis (Fig. 16) u. a. m. finden sich dagegen die Bastzellen auch in älteren Rinden fast einzeln, wenn auch reihenweis geordnet, doch durch eine oder mehrere nicht verdickte Zellen getrennt. — In der Uritusinga de Loxa (Fig. 7), die in den ersten Zeiten der Anwendung der Chinarinde statt der Calisaya als Königsrinde in den Handel kam[1]), stehen die verhältnifsmäfsig dünnen Bastzellen schon zu mehreren unmittelbar neben einander in radialen Reihen, dadurch sehr leicht von der jetzigen Königschina der Calisaya zu unterscheiden. Auch die Rinde der C. lancifolia Mut. gehört in diese Kategorie; gleich der Uritusinga-Rinde der C. Condaminea verschwinden die Saftfasern schon in dreijährigen Aesten, nicht etwa in Folge der Borkenbildung die erst später eintritt, sondern indem sie im Verhältnifs zu den sich mehr ausdehnenden und in die Breite streckenden Rindenzellen immer enger werden und endlich der Beobachtung entgehen, weil sich, wie ich es mehreremal beobachtet, in ihrer Höhlung neue Zellen gebildet hatten, den Parenchymzellen ähnlich; die Bastfaserzellen erscheinen anfangs in den jungen Zweigen einzeln, später jedoch ordnen sie sich in den verschiedenen Varietäten oder Variationen dieser Species sehr verschieden an einander, bald in radialen Reihen einzeln stehend, bald zu mehreren unmittelbar neben einander Einzel- oder Doppel-Reihen bildend. Ebenso verhält es sich mit der Gröfse und Dicke der Bastzellen, die in einer Sorte denen der Calisaya (Fig. 2), in der andern denen der Uritusinga (Fig. 6) ähnlich sind[2]), in noch anderen von verschiedener Gröfse ohne Ordnung oder schichtenweise wechselnd neben einander vorkommen, im Querschnitte des Stammes also im letzteren Falle concentrische Kreise bildend (Fig. 4 n), die, wenn auch unvollkommen, doch an die Anordnung des Bastes der Pflanzen erinnern, die in gemäfsigtem oder kaltem Klima mit periodischem Wechsel der Vegetation leben, was auch an dem von Weddel beobachteten Exemplare der C. pubescens (Hist. nat. des Quinq. Tab. II. Fig. 31) stattfand, wo es derselbe für die typische Anordnung des Rindenbastes dieser Species hielt. Eine von mir untersuchte Rinde der C. pubescens Vahl, die ich bei Gacheta, in der Nähe von Bogota, in einem feuchten Walde etwas unter der Region der C. lancifolia fand, zeigt eine ganz verschiedene Anordnung der Bastzellen; es stehen in derselben

[1]) Die spanischen Creolen haben noch jetzt die Gewohnheit, den besten, schönsten und geschätztesten Dingen den Beinamen real oder del rey zu geben, so hat jede Gegend ihre Palma real, Quina del rey etc., was von letzterer deutsch als Königsrinde bezeichnet wurde. Ob die Uritusingarinde wirklich nicht von der C. Condaminea Hmb., sondern von einer anderen bisher nicht bekannten Art, die Pavon C. Uritusinga nannte, herstammt, werden spätere Reisende entscheiden. Die mit der C. Condaminea nah verwandte C. Bonplandiana Kl. hat bedeutend dickere Bastzellen, schon in den dünnsten Rinden.

[2]) Interessant ist es, dafs die an organischen Basen reichste Varietät der C. lancifolia auch von allen Varietäten derselben die dicksten Zellen hat, während in der Varietät discolor, die an vielen Standorten so arm an Chinin ist, dafs sie nicht gesammelt werden kann, die dünnsten Bastzellen der C. lancifolia vorkommen.

diese Zellen weder so dicht gedrängt beisammen noch in concentrischen Schichten um die Axe des Stammes, sondern in radialen Reihen und zwar sehr vereinzelt in dem Parenchyme der Innenrinde; dennoch zweifle ich nicht, dafs auch die von Weddel beobachtete Anordnung der Bastzellen in derselben Pflanzenspecies vorkommen kann.

Die C. pubescens liebt nicht die feuchte Nebelregion des Urwaldes der gemäfsigten Gebirgszone, in welchem ich die untersuchte Rinde schälte, sondern die sonnigen Waldränder und die begrasten Abhänge der oben geschilderten Wolkenregion, wo sie, wie die *C. cordifolia, ovata, Tucujensis, purpurea* und ähnliche, in gemäfsigtem Klima bei länger anhaltender Trockenheit des Sommers wohl einem periodischen Wachsthume unterworfen sein kann, das sich in der Rinde eben durch die abwechselnden Bast- und Parenchymschichten, durch die mit der Stammoberfläche parallelen Bastkreise kundgiebt[1]). Erreicht andererseits eine mit periodischem Wachsthume sich entwickelnde Pflanzenspecies ihre obere Grenze, oder tritt selbst ausnahmsweise über diese hinaus in eine höhere Region mit weniger wechseldem Klima, so ist es sehr wahrscheinlich, ja der Natur der Pflanzenentwickelung gemäfs, dafs sich die Ordnung der concentrischen Schichten, dem gleichmäfsig fortschreitenden Wachsthume entsprechend, in radiale Reihen umändert. Ich halte um so mehr diese Erklärung der Abweichung der Weddel'schen Angabe von meiner Beobachtung über die Struktur der Rinde der C. pubescens für gerechtfertigt, als ich Aehnliches an einer jungen Rinde eines dreijährigen Astes der C. lancifolia beobachtete, in welchem an der Sonnenseite die Bastzellen fast in concentrisch geordnete Schichten, an der entgegengesetzten in radiale Reihen gestellt waren; in den älteren Theilen des Stammes verlor sich die concentrische Anordnung der Bastzellen, wahrscheinlich weil in den tieferen Schichten des Gewebes, von der Moos- und Korkschicht bedeckt, eine gleich mäfsigere von nicht bedeutenden klimatischen Veränderungen weniger berührte Entwickelung und Entfaltung der Elementarorgane vor sich ging.

Die gleiche Erklärung nehme ich für eine Rinde in Anspruch, die fast an der nördlichsten Grenze der C. lancifolia, in der Gegend von Chiquinquira, eine stumpfblättrige Varietät derselben, die ich als *Variet. obtusifolia* (Fig. 5) bezeichnete, liefert, derjenigen sehr ähnlich, die im Handel als China flava fibrosa (Fig. 4) bekannt ist (die v. Bergen Taf. IV. Fig. 7—11 abbildete), in der die zu radialen Reihen und häufig Doppelreihen vereinigten Bastzellen beim Querbruche als lange biegsame Fasern über das Zellgewebe hervorragen. Durch die mehr röthliche, orangeähnliche Farbe unterscheidet sich dieselbe von der gelben Ch. fiava fibrosa des Handels, die jedoch höchst wahrscheinlich der gleichen Species angehört. In dieser Rinde finden sich dünnere und dickere Bastzellen zu abwechselnden concentrischen Schichten mehr oder weniger regelmäfsig geordnet, an die Jahresringe des Holzes erinnernd, die sich auch bei denjenigen Cinchonen angedeutet finden, die in einem periodisch wechselnden Klima wachsen. Diese Rinde giebt überdies den Beweis, dafs die Dicke der Bastzellen kein untrügliches Zeichen des gröfseren Gehaltes an organischen Basen ist, wenn auch dieselbe im Allgemeinen einige Bedeutung für die Beurtheilung der Güte der Rinden hat, besonders wenn die Stärke und Art der Verdickung der Wandungen mit in Betracht gezogen wird. Auch sind bei dieser Varietät (Fig. 4) die Poren-

[1]) Ein ähnliches aber entgegengesetztes Verhältnifs beobachtete ich an dem Holz von Sambucus nigra, das in einem solchen gleichmäfsigen Cinchonenklima gewachsen, keine Jahresringe hatte.

kanäle der verdickten Wandung etwas weiter wie diejenigen der an Chinin reicheren Sorten (Fig. 2).

So hat auch die an Chinin reichste Rindensorte der C. lancifolia, die sich von der typischen Form, die Ruiz C. angustifolia (Fig. 1) nannte, kaum, wenn nicht durch etwas kleinere Blätter unterscheiden läfst und die von den Händlern Neu-Granada's *Calisaya* (Fig. 2 und 3) genannt wird, jedenfalls von allen Variationen oder Varietäten der C. lancifolia die dicksten und bis zum Verschwinden des Lumens verholzten Bastzellen, die hier in dieser Variation zugleich am meisten von der regelmäfsigen, radialen Anordnung abweichen (Taf. XX. Fig. 1 und 2). Die Porenkanäle sind hier kaum zu erkennen. Delondre und Bouchardat erhielten daraus 1,0 bis 3,2 Procent Chinin. sulph. und 0,3 bis 0,5 Cinchonin. sulph.

In bei Bogota beobachteten und oben pag. 269 erwähnten C. lancifolia, deren Rinden zum Theil $4\frac{1}{2}$ Procent Chinin gaben, sind dagegen die Bastzellen auf das Regelmäfsigste reihenweise geordnet, der echten *C. Calisaya* Wedd. darin ähnlich, dafs dieselben gewöhnlich nicht unmittelbar nebeneinanderstehen, sondern durch einzelne nicht verdickte Zellen getrennt sind. Durch die grofse Menge dickwandiger Harzzellen in der Aufsenrinde jedoch sogleich von der eigentlichen Calisaya zu unterscheiden.

In der breitblättrigen Varietät, die ich als discolor (Fig. 6) bezeichnete und wie oben beschrieben, aus den Wäldern von Pasto vielfach analysirte, stehen die verhältnifsmäfsig dünnen Bastzellen ziemlich vereinzelt, bald gänzlich isolirt, bald zu zweien, seltener zu dreien in dem verhältnifsmäfsig grofszelligen Parenchyme. Bei dieser Rinde bildet sich das parenchymatöse Korkgewebe, oben als Borkengewebe bezeichnet, in der Regel sehr bedeutend aus und diesem entsprechend ist auch das Zellgewebe aller Markstrahlen, die das Gewebe der Innenrinde, wie das des Holzkörpers, radial durchschneiden, stärker entwickelt und nach der Aufsenrinde hin erweitern sich dieselben bedeutend[1]). Die Quinquina Pitayo Delondre's und Bouchardat's (l. c. pl. 12) scheint dieselbe Rinde; sie erhielten daraus 2,0 bis 2,5 Procent Chininum sulph. und 1,0 bis 1,2 Procent Cinchonin sulph.

Die von Ruiz zuerst gezeichnete Form der C. lancifolia, die er angustifolia nannte (Quinologia. Suplemento pag. 16), steht hinsichts der Anordnung der Bastfaserzellen in der Mitte aller dieser Variationen (Fig. 1), insofern die Bastzellen reihenweise, bald einzeln, bald mehrere unmittelbar nebeneinanderstehen, seltener zwei Reihen zu einem radialen Bündel vereinigt, hin und wieder auch rundliche Bündel bilden.

An diese gelben Rinden von Neu-Granada schliefst sich hinsichts der Farbe des Rindenparenchyms sowohl, wie der Gröfse und Stellung der Bastzellen, die durch Weddel uns bekannt gewordene Calisaya aus Bolivia (Hist. nat. des Quinq. Tab. XXVIII. Fig. 1), nach v. Bergen seit 1790 als China regia im deutschen Handel bekannt (Fig. 8); auch sie wird zu den gelben Sorten gezählt, ist jedoch immer mehr zimmtfarben bis rostgelb, nicht so orangefarben ins ockergelbe gehend, wie die anaranjada

[1]) Samen von dieser Varietät, 2 Procent Chinin in der Rinde enthaltend, sammelte ich, um sie durch Herrn v. Lansberge, Gouverneur von Curaçao, der holländischen Regierung zum Verpflanzen nach Java zu senden. Durch Herrn Dr. Haskarl wurden dieselben gesäet und gediehen, nach Mitttheilungen dieses, vortrefflich an ihrem neuen Standorte. Interessant wird das Ergebnifs dieser Verpflanzung sowohl in systematischer als besonders pharmacologischer Hinsicht sein und werden wir wohl seiner Zeit durch die holländische Regierung darüber Nachricht erhalten.

Neu-Granada's und die durch häufig wiederholte Bildung von Peridermschichten starken Borkenschuppen sind hier meist regelmäfsiger quadratisch gefeldert, wie es bei jener Regel ist und unterscheidet sich dieselben von den meisten übrigen Rinden. Die dickwandigen, porösen Harzzellen, die in der Rinde der C. lancifolia so häufig vorkommen, sind in der Calisaya sehr selten. Die Saftfasern erhalten sich bei dieser Art etwas länger wie bei der C. lancifolia, obgleich sie auch hier bald ihre ursprüngliche Funktion wechseln. Weddel unterscheidet von der gelben Calisaya eine weifse, goldgelbe und orange Sorte; die dicken flachen Rinden der ersteren unterscheiden sich durch muldenförmige Eindrücke auf der von Borken entblöfsten Aufsenfläche, die Narben der Borkenschuppen, während bei der letzteren sich diese Schuppen nicht mit Eindrücken in die Innenrinde von derselben trennen, sondern ganz flach parallel der Oberfläche, ähnlich wie dies bei der C. lancifolia vorkommt. — Deloudre und Bouchardat bilden die erstere Quinologie Taf. I. ab und geben an, aus den dicken Platten 3,3 bis 3,2 Procent Chinin. sulph. und 0,5 bis 0,8 Procent Cinchonin sulph., aus den dünneren Rollen 1,5 bis 2,0 Procent Chinin. sulph. und 0,8 bis 1,0 Procent Cinchonin. sulph. erhalten zu haben.

Die Varietät *Josephiana* der *C. Calisaya* Wedd. (Hist. nat. de Quinq. Tab. XXVIII. Fig. 4) stimmt anatomisch, so viel man an jungen Rinden (Fig. 9) erkennen kann, gänzlich mit der typischen Form überein, vielleicht sind die Saftfasern hier noch etwas mehr entwickelt[1]).

Die rothen Rinden (Fig. 10 und 13), die in der mittleren Gegend des Verbreitungsbezirks der Cinchonen wachsen, sind hinsichts der Gröfse der Bastzellen dieser Calisaya zunächst verwandt; die heller gefärbten derselben, die Delondre und Bouchardat als Quinquina rouge pale (Quinologie pl. 8) sehr gut abbilden, schliefst sich auch durch die, freilich weniger vollkommene, Borkenbildung einigermafsen an die Calisaya an. Die Saftfasern bestehen in derselben lange in ihrer Funktion (Fig. 13)[2]). Die zweite dunklere, korkbedeckte rothe Rinde (Berg's China rubra suberosa, der die erste Art China rubra dura nennt), die Delondre und Bouchardat als Quinquina rouge vif l. c. pl. 7 vortrefflich abbilden, der C. purpurea, micrantha, corymbosa, hirsuta u. a. durch diese Korkrinde sich nähernd, verhält sich hinsichts der Anordnung und Gröfse der Bastzellen jener hellen Sorte gleich; die parenchymatischen Zellen, die neben den cylindrischen zwischen den Bastzellen sich befinden, sind bei dieser rothen

[1]) Ruiz spricht in seiner Quinologie p. 66 die Vermuthung aus, dafs seine *C. glabra* (*C. lanceolata* fl. per.) die Calisayarinde gebe, widerruft dies jedoch im Suplemento pag. 73 und 97, indem er sagt, dafs nur die ähnliche gelbe Farbe und die Form der dicken Rinden ihn getäuscht habe und dafs in der That beide Arten specifisch verschieden seien. Die anatomischen Verhältnisse der in der Pavon'schen Sammlung befindlichen, von Tafalla bei Chicoplaya als eine der *C. lanceolata* sehr ähnliche Species gesammelten Rinde, bestätigen die Verschiedenheit beider Rinden, obgleich sie im Aeufsern sehr ähnlich sind. Es ist nicht unwahrscheinlich, dafs diese Rinde es ist, die früher als leichte oder braune huamalisartige China regia in den Handel kam, von der v. Bergen (Monographie der Chinarinden pag. 253) sagt, dafs sie in Form und Farbe nicht von der echten zu unterscheiden sei, dafs sie jedoch medicinisch 25 Procent geringeren Werth habe. Jedenfalls lassen die morphologischen Verhältnisse der *C. lanceolata* fl. per. erwarten, dafs die Rinde derselben, wie dies auch Ruiz angiebt, zu den medicinisch wirksamen Arten gehöre.

[2]) Die Rinde der C. nitida fl. per., die Weddel in seiner Quinologie p. 17 für die rothe Rinde des Handels hält und die ich in Originalexemplaren Pavon's untersuchte, der angiebt, dafs sie im Handel Huanuco genannt werde, ist nicht nur viel heller als diese rouge pale und die jüngeren Zweige mit einer grauen stark gefelderten-rissigen Korkschicht bedeckt, einer Loxarinde ähnlich: sie enthält auch in der Aufsenrinde neben den Saftfasern viele dickwandige Harzzellen und ist, wenn wir uns durch die Häufigkeit des Kalksalzes leiten lassen dürfen, eine an organischen Basen ärmere Rinde, die Pavon's Bezeichnung „Huanuco" sehr wohl verdient.

Rinde besonders weit, tangential gestreckt und unregelmäfsig vertheilt (Fig. 10) und ihre Saftfasern ändern ebenso, wie bei der C. lancifolia und Condaminea sehr bald ihre Funktion, da sie in etwas älteren Rinden nicht mehr zu erkennen sind. Weddel hält jetzt mit Howard (Pharmaceutical-Journal 1857) seine Varietät erythroderma der C. ovata fl. per. für die Mutterpflanze der rothen Rinde. Die C. ovata ist jedoch eine mit grofsen häutigen grübchenlosen Blättern versehene in dem wärmeren Klima wachsende Species, die in Neu-Granada keine brauchbare Rinde liefert, von Peru und Bolivia, nach Weddel's Meinung, als Jaën pallida, eine fast unwirksame Rinde, ausgeführt wird und nicht wahrscheinlich ist es, dafs eine Varietät dieser Art in Bolivia die an Chinin reichste Rinde hervorbringe. Jedenfalls ist die *erythroderma* Weddel's, wenn sie eine der medicinisch werthvollen rothen Rinden hervorbringt, keine Varietät der ovata, sondern eine von dieser sehr verschiedene Species, was wohl eine genaue Analyse der Früchte und Blumen ergeben wird, die Weddel nicht besafs.

Die graue Rinde der C. corymbosa m. (Fig. 12) gehört zu denjenigen, die schon in den jüngsten Theilen der Innenrinde Bastbündel haben, welche in den älteren noch umfangreicher vorkommen; im Bruche ist sie kurzfaserig, da die Bündel in vertikaler Richtung nicht in grofser Ausdehnung an einander gereiht sind. Sie hat dies mit der C. stupea Pav. (Quinquina de Loxa rouge fibreux du Roi d'Espagne, Guibourt hist. des drogues III. 158) gemein, so wie mit der C. Chahuarguera Pav., amarilla fina del rey und colorada fina del rey des Handels (Quinquina Huamalis ferrugineux Guibourt), deren dünnere Rinden, mit schwärzlichem, dicht-querrissigem Korke bekleidet, als Loxarinden gelten, wenn unter der Korkschicht ein mit harzigem Safte erfülltes Rindengewebe sich durch eine dunkle glänzende Linie auf der Bruchfläche der trockenen Rinden kenntlich macht. Eine sehr ähnliche Rinde liefert gleichfalls die C. macrocalyx Pav.[1]), so wie hinsichts der Anordnung der Bastzellen die C. lucumaefolia Pav., die jedoch hierdurch, wie durch die sehr verschiedene Borkenbildung, sich mehr noch den langfaserigen Varietäten der C. lancifolia, obtusifolia und der rothen Cusco-Rinde (mit der C. purpurea fl. per. völlig übereinstimmend, von der Howard sie ableitet[2]), nähert. Weddel hält alle diese Pflanzenarten für Varietäten der C. Condaminea Hmb., wogegen jedoch nicht nur die morphologischen Charaktere, sondern auch die anatomischen Verhältnisse der Rinde sprechen, da die Rinde der C. Condaminea, nach Humboldt die echte Uritusinga, durch die sehr dünnen

[1]) Die *C. macrocalyx* Pav. *C. Chahuarguera* Pav. sind zwei durch die in regelmäfsige Bündel vereinigte Bastzellen leicht kenntliche graue Rinden, unter den Loxa-Rinden des Handels häufig vorkommend. Wegen der Unbeständigkeit des Harzringes und der mit dem Fehlen dieses gleichzeitigen Tendenz zur Korkbildung werden sie zum Theil auch als Huamalis im Handel bezeichnet, wogegen die mit grauer rissiger Peridermis bekleideten gewöhnlich ein mit harzigem Safte erfülltes Parenchym innerhalb dieser haben, defshalb eigentliche Loxa geben. Die von Pavon gesammelten Proben beider Arten sind übrigens so ähnlich, dafs man glauben könnte, es seien höchstens Varietäten, wenn sie nicht derselben Species angehören; bei beiden finden sich verdickte Harzzellen in dem mit dunklem Safte erfüllten Rindengewebe, je nach der Entwickelungsweise der Peridermis, mehr oder weniger häufig und die Saftbehälter obliteriren schon in sehr jungen Rinden. Die Bastzellen deuten durch das häufig etwas gröfsere Lumen auf einen geringen Werth der Rinde. Im Querbruche ist der Bast grobsplittrig, bei der Chahuarguera weniger langsplittrig als bei der C macrocalyx.

[2]) Nach Weddel nennt man in Peru die Rinde der C. micrantha fl. per. (C. scrobiculata Hmb.) Cascarilla roja de Cusco, braune Cuscorinde; diese Art liefert, wie wir seit Poeppig wissen, mehrere verschiedene Rindenvarietäten, die zum Theil als Huanuco in den Handel kommen. Die jungen etwa dreijährigen Rinden der C. micrantha und purpurea kann man noch an den Saftbehältern der ersteren unterscheiden, die sich so lange wohl erhalten; während die Rinden der C. purpurea nie Saftfasern haben.

reihenweise geordneten Bastzellen durchaus von jenen mit dickeren Bastzellen versehenen Arten abweicht. — Wahrscheinlich sind alle diese von Weddel als Varietäten der C. Condaminea angegebenen Formen unter sich mehr verwandt, als mit der C. Condaminea Hmbldt. selbst.

Die Rinde der C. suberosa Pav. (foliis lanceolatis, glandulosis (scrobiculatis? K.) petiolo nervoque centrali sanguineis. Tafalla) Quinquina blanc de Loxa Guib. Corky pal bark Howard ist der C. corymbosa in vieler Beziehung sehr ähnlich. Die Bastzellen stehen in radialen Reihen zu kleinen Bündeln oder einzeln, hier jedoch auch vertikal aneinandergereiht, wodurch der Bruch mehr langfaserig. Saftbehälter finden sich nicht in dem braunen horizontalgestreckten Rindengewebe; unter der Peridermschicht finden sich einzelne Gruppen von verdickten Harzzellen; die graue rissige Peridermis ist, an Rinden von 1—2 Linien Dicke, mit vielen kleinen Korkwärzchen besetzt. Die Bastzellen sind zwar ziemlich dick, das verhältnifsmäfsig grofse Lumen deutet jedoch auf einen geringen Werth der Rinde; zuweilen finden sie sich in concentrische Kreise geordnet.

Ueber die Rinden, die in der eigentlichen Heimath der Cinchonen, in Nord-Peru und im südlichen Equador in der Gegend von Loxa gesammelt werden, sind wir am allerwenigsten unterrichtet, wenn auch la Condamine und Humboldt die C. Condaminea als Mutterpflanze einer vorzüglichen Loxachina nachwiesen und Poeppig in der C. glandulifera und micrantha die Mutterpflanze der im Handel Huanuco genannten Rinde erkannte: so sind damit dennoch die vielen verschieden Rinden, die unter den Namen Loxa und Huanuco in den Handel kommen, nicht bekannt geworden, so wie auch die im deutschen Handel als Huamalis, Pseudo-Loxa, Jaën etc. bekannten Rinden in wissenschaftlicher Beziehung durchaus unsichere Objekte sind.

Poeppig brachte glücklicher Weise die von ihm geschälten Rinden der C. micrantha R. et Pav. und C. glandulifera R. et Pav. mit, die unter dem Namen Loxa und Huanuco in den Handel kommen, so dafs man dadurch diese beiden kennen lernen und bestimmen konnte. Beide Arten geben nach Poeppig mehrere Varietäten von Rinden, je nach dem Standorte der Pflanze. Die Rinden der C. micrantha[1]) unterscheiden sich äuferlich von denen der glandulifera durch die weifsliche Färbung der Korkschicht, die durch feine, entferntstehende Querrisse zerspalten und durch Längenstreifen von Korkwülsten, auf denen einzelne Warzen sich erheben, ein ungleiches höckeriges Aeufsere erhält, wefshalb sie im Handel als Huamalis gelten würde, wenn nicht auf dem Bruche unter der Korkschicht meistens ein dunkler Streif zu erkennen wäre, als Zeichen der mit harzigem Safte erfüllten dickwandigen Zellen, die sich an diesen Stellen in gröfserer Menge beisammen finden (Fig. 15). Der Bruch der Aufsenrinde ist korkig, eben; der der zimmtfarbenen Innenrinde grobsplitterig, auf die in dem älteren Baste (Fig. 14) zu kleinen Bündeln vereinigten Bastzellen deutend, die vertikal aneinandergereiht sind; die Saftfasern verkümmern hier bald und sind in den älteren Rinden nicht mehr zu erkennen. Delondre's und Bouchardat's Abbildungen der Ch. Huanuco pl. 5 sind den weniger korkigen Rinden der micrantha sehr ähnlich, diese Chemiker erhielten daraus 0,2 Procent Chinin. sulph. und 0,8 bis 1,0 Procent Cinchonin sulph.

[1]) Die Rinden der *C. ducurrentifolia* Pav., Casc. crespilla ahumada de Loxa, scheinen fast identisch mit denen der C. micrantha.

Die Rinde der C. glandulifera brachte Poeppig (Pharmazeutisches Centralblatt 1835) in zwei Varietäten mit, die bessere cascarilla negrilla genannte mit orangefarbener bis röthlich brauner Innenrinde, die weniger gute cascarilla provinciana negrilla, eine hellere zimmtbraune Rinde, beide äufserlich gleich, mit rauhem querrissigem dunkelgrauem Korke bedeckt, unter dem im Bruche eine dunkle glänzende Schicht, der sogenannte Harzring, deutlich zu erkennen ist; welche beiden Eigenschaften im Vereine mit dem langsplitterigen Bruche ihr im deutschen Handel den Namen Loxa-Rinde verschafften. Nach Reichel (l. c. p. 712) stimmten die dunkleren Rinden genau mit den feinsten Loxarinden der Bergen'schen Sammlung, während die hellere casc. prov. negrilla den feineren (dünneren?) Sorten der Bergen'schen Huanuco identisch schienen. Anatomisch sind die Rinden der C. glandulifera, leicht kenntlich durch die grofse Anzahl bedeutend weiterer Saftbehälter (die von Poeppig bei Cuchero und die von Tafalla bei Chicoplaya gesammelten Rinden der Sammlung Pavon's stimmen überein in dem Vorhandensein dieser Organe) so wie durch die grofse Menge dickwandiger horizontalgestreckter Harzzellen unterhalb der Korkschicht (Fig. 11). Die ziemlich dicken Bastzellen sind stark porös verdickt und stehen schon in den jüngsten Schichten zu mehreren nebeneinander, auch längere vertikale Bündel bildend, woher der langsplitterige Bruch dieser Rinde.

Von der Uritusinga (Fig. 7), der eigentlichen Loxa, oder Kronchina sind diese beiden, wie die meisten übrigen Loxarinden, aufs Leichteste durch das Mikroskop zu unterscheiden, indem keine der von mir untersuchten Rinden der Pavon'schen Sammlung so regelmäfsig gereihte verhältnifsmäfsig dünne und gleichförmige Bastzellen hat, wie diese Uritusinga; mit den guten gelben und rothen Rinden ist keine Verwechselung möglich.

Auch die C. nitida fl. per. wird sowohl von Poeppig vermuthungsweise zu den feinsten Loxarinden gerechnet, als auch von Pavon bestimmt als Rinde genannt, die unter dem Namen Huanuco in den Handel kommt; ebenso hält Howard die von Bergen Taf. II. Fig. 6 und 12 gezeichneten Stücke der Huanuco dieser Species angehörend. Die Rinden der C. nitida der Sammlung Pavon's sind in der That den dunkleren Rinden der C. glandulifera, Cascarilla negrilla genannt, so ähnlich, dafs es schwer hält in kleinen Proben beide zu unterscheiden, wenn nicht durch etwas dunklere Farbe der erstgenannten. Anatomisch findet sich ein geringer Unterschied in den kürzeren Bastzellen der C. nitida und in den vielleicht etwas früher ihre Funktion einstellenden Saftfasern des sehr harzreichen Rindengewebes. Der Bruch der Bastschicht ist kurzsplitterig.

Als Huanuco kann noch die graue Rinde der systematisch wenig bekannten C. heterophylla Pavon's (Cascarilla negra foliis scrobiculatis Pav.) gelten, wegen des Harzringes unter der dunkelbraunen mit weifslichem Ueberzuge bedeckten entferntrissigen Korkschicht und fein- und kurz-splittrigem Bruche. Die ziemlich dicken, gleichmäfsig und vollkommen verdickten Bastzellen lassen eine medicinisch-wirksame Rinde vermuthen; sie stehen theils einzeln, theils in kleinen Gruppen, die in vertikaler Richtung nicht zusammenhängen. Saftbehälter sind in dem dunkelgefärbten quergestreckten Rindenparenchyme nicht vorhanden; verdickte Harzzellen stehen einzeln, der dunkle Harzring unter der Korkschicht wird durch die mit harziger Flüs-

sigkeit erfüllten Rindenzellen hervorgebracht. Es ist die Rinde einerseits der C. hirsuta Pav. und andererseits mehr noch der C. corymbosa m. verwandt.

Eine dem äufseren Ansehen nach echte Loxarinde mit dunkler, grauer, längs- und ringförmig quer-rissiger Peridermis, röthlichem Parenchyme und langsplitterigem Bruche liefert noch die systematisch gleichfalls nicht bekannte C. conglomerata Pav., Cascarilla colorada de Jaën de Loxa, die Pavon „sehr vorzüglich" nennt. Die Bastzellen erinnern durch Gröfse und Anordnung an die C. micrantha (Taf. XX. Fig. 14 und 15), quergestreckte, dickwandige Harzzellen finden sich in Menge in dem dunkelgefärbten Rindengewebe; die Saftfasern obliteriren früh und sind in etwas älteren Rinden kaum noch zu erkennen.

Der Rinde der C. glandulifera aufserordentlich ähnlich ist diejenige der C. umbellulifera Pav.[1]) Casc. crespilla de Jaën, besonders hinsichts der anatomischen Verhältnisse und auch die der C. parabolica Ruiz (Cascarilla con hojas rugosas de Loxa), Quinquina payama de Loxa Guibourt. hist. de drog. III. p. 159, welche durch die graue oder weifsliche, durch tiefe ringförmige etwas entferntstehende Querrisse und unregelmäfsige zartere Längenrisse zerspaltene Korkschicht der Huanuco ähnlich ist, doch keinen Harzring unter derselben hat. Der graugelbliche Bast ist langfaserig und die Saftfasern sind noch in ziemlich dicken Rinden erkennbar.

Sondert man die grauen Rinden von Loxa nach dem Vorkommen oder Fehlen der Harzzellenschicht der Aufsenrinde in zwei Gruppen, so würden die Loxa und Huanuco in die erstere gehören, während die als Huamalis, Pseudo-Loxa oder Jaën nigricans bekannten Rinden diesen sogenannten Harzring nicht besitzen; an letztere reihen sich die Jaën pallida, rubiginosa, Cusco, China de Maracaibo etc. Sie alle verdienen, wegen des höchst unbedeutenden Gehaltes an organischen Basen, kaum neben den oben beschriebenen medicinisch wirksamen Rinden genannt zu werden; es sind zum Theil unvollkommen charakterisirte, gleichen oder verschiedenen Arten angehörende und bis jetzt nicht mit Sicherheit hinsichts ihrer Abstammung bekannte Droguen. Die Loxa, Pseudo-Loxa, Huanuco, Jaën pallida, kommen nur in Röhren vor, wahrscheinlich weil die älteren als Huamalis, rubiginosa etc. im Handel gelten. Der Ch. de Maracaibo ist schon oben Erwähnung geschehen, sie kommt wohl nicht mehr in den Handel. Unter Huamalis versteht man die braunen oder grauen Rinden mit korkig warziger Oberfläche, wahrscheinlich der C. hirsuta R. et Pav. und anderen Arten angehörend: während die Pseudo-Loxa braune oder dunkel zimmtfarbene Rinden mit grauer, der Loxa ähnlicher, sehr rissiger fast schuppiger Oberfläche und die Jaën pallida, die hellen längenrunzlichen, sparsam mit feinen Querrissen versehenen, ziemlich glatten Rinden sind; diese letzteren wahrscheinlich von der C. ovata fl. per. stammend. Von der Ch. Cusco unterscheiden Delondre und Bouchardat eine braune, gelbe und rothe Varität, letztere ist eine der Ch. flava fibrosa im Bruche gleiche oder braunrothe Rinde, in Gröfse und Anordnung der Bastzellen der Uritusinga ähnlich, scheint sich zu dieser, wie die röthliche Varietät der flava fibrosa zur flava dura zu verhalten; alle sind äufserst arm an organischen Basen, besonders an Chinin, defshalb medicinisch nicht von unmittelbarem Interesse.

[1]) Von diesen noch nicht beschriebenen Arten Pavon's befinden sich zwar im Berliner Königlichen Herbarium die Originalexemplare, da jedoch Herr Dr. Klotzsch dieselben bearbeitet, waren sie mir nicht zur Untersuchung zugänglich.

Die braune Cuscorinde (Delondre Tab. 19) stammt nach Weddel von der C. scrobiculata Hmb. (identisch mit der C. micrantha fl. per.), die zum Theil als Huanuco in den Handel kam. Die rothe Cusco (Delondre pl. 3) nach Howard von der C. purpurea fl. per.

Delondre und Bourchardat beschreiben unter dem Namen Carabaya noch eine gelbbraune durch die korkige Oberfläche Huamalis ähnliche Rinde, jedoch mit einem Harzring und zum Theil mit der weifslichen grofsgefelderten Peridermis der Hanuco und glattem kurzfaserigem Bruche, die aus der Provinz gleichen Namens über Arica oder Arequipa nach Europa kommt und aus der sie 1,5 bis 1,8 Procent Chinin. sulph. und 0,4 bis 0,5 Cinchon. sulph. erhielten. — Diese Rinde scheint nicht die von Weddel hist. nat. et Quinq. p. 61 unter dem gleichen Namen beschriebene Rinde zu sein, deren Borkenschuppen, wie bei der Calisaya, mit Hinterlassung muldenförmiger Vertiefungen abspringen soll; denn es ist überdies höchst unwahrscheinlich, dafs die mit grofsen häutigen grübchenlosen Blättern versehene C. ovata fl. per. eine gute fieberwidrige Rinde gebe. Auch schon Ruiz (Quinologia p. 74) giebt an, dafs die Rinde der C. ovata nicht im Handel Werth habe, dafs sie nur als adstringend tonisches Mittel äufserlich angewendet werden könne.

Die Jaën pallida leitet Weddel von der C. ovata R. et Pav. ab und es stimmen allerdings die unter dieser Benennung vorkommenden Rinden, sowohl mit den von Pavon gesammelten als mit den von mir beobachteten Rinden dieser Species. Unter dem gelblichgrauen, längenrunzlichen und fein querrissigen Korkgewebe finden sich in der Aufsenrinde verdickte Harzzellen, ohne jedoch eine zusammenhängende Schicht zu bilden. In dem zimmtfarbenen Parenchyme finden sich sehr weite, häufig durch endogene Zellen angefüllte, Saftfasern und in der Innenrinde reihenweis nebeneinander und zu radialen Bündeln vereinigte oder auch einzeln stehende Bastzellen von geringem Durchmesser, denen der Uritusinga ähnlich, woher der Bruch langsplittrig ist. Es ist eine ziemlich werthlose, der Maracaiborinde der C. Tucujensis gleichzuachtende Rinde, vielleicht etwas reicher an organischen Basen, wie die Rinden der pubescens Vahl und cordifolia Mut., die schon zu den völlig unbrauchbaren gehören, sich den Ladenbergien anreihend.

Die Casc. amarilla fina de Hinta der C. lutea Pavon's ist der C. ovata in jeder Beziehung sehr ähnlich, nur sind die Bastzellen zum Theil etwas dicker. Die systematische Stellung der C. lutea von Pavon genannten Pflanze ist ebenso wenig bekannt, wie es durch die Analyse nachgewiesen ist, dafs deren Rinde wirklich den Beinamen fina verdient; auf Pavon's Angaben ist in dieser Hinsicht, wie uns z. B. seine C. dichotoma lehrt, kein Verlafs. Ueberhaupt habe ich die Berliner Sammlung der Rinden Pavon's mit grofser Vorsicht und nicht mit allzugrofsem Vertrauen auf sichere Bestimmung benutzt und die hier vergleichungsweise citirten Rinden Pavon's bedürfen meiner Ueberzeugung nach alle einer wiederholten Untersuchung an ihren Standorten.

Schlufs.

Als Ergebnifs der mitgetheilten Untersuchung der medicinischen Chinarinden stellt sich eine gewisse Analogie des Gehaltes an organischen Basen mit der Form der Bastzellen heraus, indem die dicksten und am vollständigsten verdickten Bast-

zellen sich in den an organischen Basen reichsten Chinarinden, in den rothen und gelben Rinden (Fig. 2, 8, 10) finden. Sowohl für die verschiedenen Varietäten der C. lancifolia (Fig. 1—6) als auch für die verschiedenen Arten Cinchonen überhaupt bestätigt sich dies.

Die Verschiedenartigkeit des Klimas, in welchem eine jede Art oder Varietät wächst, ist von dem gröfsten Einflusse auf den Gehalt an organischen Basen[1]), obgleich es höchst wahrscheinlich für jede morphologisch verschiedene Form einen mittleren Gehalt an organischen Basen giebt.

Die Bastzellen sind nicht die Behälter der organischen Basen, sondern höchst wahrscheinlich das übrige nicht verholzte Gewebe der Innenrinde; einzelne Zellen dieses finden sich hin und wieder mit Körnern oxalsauren Kalkes angefüllt; besonders reichlich in den an organischen Basen armen Rinden von Cinchonen und in den Ladenbergien.

Die Saftfasern obliteriren früh in den an organischen Basen reichen Rinden, während sie in den Rinden der Ladenbergien und in den weichblättrigen Cinchonen oft lange in Thätigkeit bleiben.

[1]) Ob mit dieser durch das Klima veranlafsten Abänderung der chemischen Constitution ein und derselben Pflanzenform auch jedesmal die Gröfse der Bastzellen correspondire, ist nicht ermittelt. Meine zu diesem Zwecke gesammelten Rinden der C. corymbosa sind leider durch die Nachlässigkeit des Spediteurs in Barbacoas J. A. Rincon verloren gegangen, der die Kiste mit naturhistorischen Sammlungen, die diese Rinden enthielt, über ein Jahr in Tumaco lagern liefs, wo sie dann angeblich bei einem Brande vernichtet sein soll.

Diese Abhandlung wurde besprochen in den Werken von Wiggers, in: „Canstatts Jahresbericht über Pharmacie", von Vrijday Zijnen „Chinae verae et Pseudo-Chinae 1860", von Howard „Illustrations of the Quinologia of Pavon 1862„ und von Phoebus: „Die Delondre-Bouchardat'schen China-Rinden 1864".

Angabe der abgebildeten Querschnitte der wichtigsten Chinarinden.

Alle Objekte sind 45 mal vergröfsert gezeichnet, wenn nicht anders bemerkt ist.

Taf. XX.

Fig. 1. C. lancifolia Mut. (C. angustifolia R. et Pav.) Ch. flava dura.
Fig. 2. C. lancifolia M. (Quina Calisaya de Bogota) China flava dura selecta.
Fig. 3. Dieselbe Rinde 7 mal vergröfsert.
Fig. 4. C. lancifolia M. var. —? Ch. flava fibrosa straminea.
Fig. 5. C. lancifolia M. var. obtusifolia, Ch. flava fibrosa rubiginosa.
Fig. 6. C. lancifolia M. var. discolor, Ch. flava dura Pitayo.
Fig. 7. C. Uritusinga Pav. (C. Condaminea Hmbldt.?) Ch. de Loxa, Cort. peruvianus.
Fig. 8. C. Calisaya Weddel, Ch. regia Calisaya anaranjada, empedernida Weddel.
Fig. 9. C. Calisaya var. Josephiana Weddel.
Fig. 10. Ch. rubra suberosa. Quinquina rouge vif. Delondre et Bourchardat. pl. 8.
Fig. 11. C. glandulifera R. et Pav., 12 mal vergröfsert.
Fig. 12. C. corymbosa Krst.
Fig. 13. Ch. rubra dura, 15 mal vergröfsert; Quinquina rouge pale Delondre et Bouchardat.
Fig. 14. C. micrantha fl. per.
Fig. 15. Dieselbe Rinde 12 mal vergröfsert.
Fig. 16. C. Tucujensis Karst., Ch. Maracaibo*).
Fig. 17. L. (C. Mut.) oblongifolia Krst., Quina roja Mut., Ch. nova, Ch. rubra spuria de St. Fé.
Fig. 18. L. (C. Vahl) macrocarpa Kl., 7 mal vergröfsert; Quina blanca Mut.

*) Theil eines Querschnittes einer alten, getrockneten, mit dicken Borkenschuppen bedeckten Rinde.

Ueber die Entstehung des Harzes, Wachses, Gummis und Schleimes durch die assimilirende Thätigkeit der Zellmembran.

Botanische Zeitung 1857. Sp. 313.

Das Vorkommen eines wachsartigen Fettes auf der Oberfläche vieler Pflanzen ist schon lange bekannt, man deutete es als Erzeugnifs der Ausschwitzung des Saftes der Zellen der Oberhaut, ebenso wie man sich die Hüllhaut als Excret der Pflanze dachte, ihn mit dieser identificirend und so in einen zweifachen Irrthum gerathend, indem man sowohl übersah, dafs schon vor dem Erscheinen des Wachses auf der Oberfläche der Pflanze eine Hüllhaut vorhanden ist, als auch das Durchschwitzen eines Stoffes durch die Membran der Oberhautzellen annahm, für welchen diese undurchdringlich ist. Eingenommen von dem Vorurtheile alle Entwickelungserscheinungen des pflanzlichen Organismus würden durch Diffusion bewirkt, vergafs man die in der Zellmembran selbst vor sich gehenden Veränderungen zu beachten und sich über diese gleichfalls Rechenschaft zu geben. Chemisch wurde schon von Chevreul das auf den Blättern des Kohls vorkommende Fett untersucht, er fand, dafs es sich wie der nicht verseifbare Bestandtheil des Bienenwachses verhält. Doch auch ein wirklich verseifbares dem zweiten Bestandtheile des Bienenwachses ähnliches Fett kommt auf der Oberfläche der Epidermis vor, das Wachs der *Myrica cerifera*, welches derselbe Chemiker untersuchte und als solches erkannte, indem er es aus den vier charakteristischen Bestandtheilen der verseifbaren Fette zusammengesetzt fand. Das gleichfalls die Oberfläche des Gewebes bedeckende Wachs der Palmen, fand Boussingault (das des *Ceroxylon* Humb.) und ich (das der *Klopstockia*) aus einem Gemische von Wachs und Harz bestehend. Die Entstehung dieses Wachses der Palmen durch Umwandlung der Cuticula und der Haut der Epidermalzellen habe ich schon früher (p. 107) erwähnt, indem ich dieselbe als Beweis der Nichtigkeit der Niederschlagstheorien anführte. Aehnlich wie an dem Stamme der Palmen ändert sich an den Früchten der *Myrica* die Hüllhaut (Cuticula) und die Membran der Oberhautzellen im Verlaufe ihrer Entwickelung in Wachs um; ich hatte Gelegenheit dies an einer südamerikanischen Species an der *Myrica caracasana* zu beobachten, aus deren Früchten in N. Granada jährlich mehr als 1000 Ctr. Wachs hergestellt und zur Erleuchtung benuzt werden. Man sammelt diese Früchte zur Zeit der Reife ein, läfst sie, nachdem man sie zerquetschte, mit Wasser sieden, schöpft das Wachs von der Oberfläche und reinigt es durch Seihen und nochmaliges Umkochen. Wenn man hier

sieht, wie die anfangs sich wie Korkstoff verhaltende Hüllhaut später sich in einen im Alkohol auflösenden und beim Erwärmen schmelzenden Stoff verändert, wird man wohl nicht geneigt sein, der Idee Beifall zu geben, die noch in jüngsten Zeiten über das Wachsthum der Hüllhaut ausgesprochen wurde, dieselbe sei ein Secretionsprodukt der Oberhautzellen, und müsse es sein aus dem Grunde, weil man sich nicht denken könne, dafs die Haut einer einfachen Zelle sich bis zu dem Grade ausdehnen könne, der nothwendig sei, um sie das ganze vielästige Individuum überkleiden zu lassen. Solch' ein mechanisches Ausdehnen wird freilich eine gesunde Auffassungsweise des Wachsthums der organisirten Zelle weder als nöthig noch für möglich erachten, um dasselbe zu erklären, wenn man die gleichzeitige Stoffänderung der sich ausdehnenden Zellmembran beachtet.

Doch nicht alles in den Pflanzen vorkommende Wachs entsteht wie das der Palmen und der *Myrica* durch die unmittelbare Umänderung der Cuticula und der Membran der Gewebezellen; in den Balanophoren kommt ein Wachs, wie seit Göpperts Mittheilungen (Nov. Act. XVIII.) bekannt ist nach Art des Stärkemehls im Safte der Gewebezellen schwimmend vor; einen ähnlichen Stoff fand ich in dem Gewebe der unreifen Früchte der *Musa,* beide treten in dem jüngsten Parenchyme als kleine kuglige Bläschen auf, die sich beträchtlich vergröfsern, während das sie enthaltende Zellgewebe gleichfalls auswächst.

Es sind diese zu Wachs gewordenen Bläschen des Zellsaftes den Stärkemehlbläschen zu vergleichen, während die zu Wachs gewordene Zellhaut wahrscheinlich der durch Schleiden uns bekannt gewordenen Amylidmembran entspricht.

Eine ähnliche Entstehung, wie die des Wachses, haben auch die nah verwandten Harze, auch diese sieht man theils durch Umwandlung der Membran der Gewebezellen entstehen, theils als Erzeugnifs kleiner im Safte derselben befindlicher Zellchen. Kaum wird jemand das dem Wachse sich anreihende Chlorophyll jetzt noch für amorphe Kügelchen halten; und wie bei diesem erkennt man an den kleinen Bläschen, die die ätherischen Oele enthalten und die Harze der Milchsäfte, die diese Stoffe umhüllende Membran, wenn man letztere durch Diffusion fetter Oele mit jenen Substanzen ausdehnen macht. Die Hülle dieser Fettbläschen besteht in einigen Fällen aus einem stickstoffhaltigen Stoffe, in anderen schien sie mir ein reiner Kohlenwasserstoff, das Cautchouc, zu sein, nämlich in den Milchsäften der Ficoideen, wo in einigen Fällen, z. B. beim *Galactodendron,* die scheinbaren Harzkügelchen nach der Diffusion eine Membran deutlich erkennen lassen, die beim Erwärmen des Saftes theilweise zerstört wird, während auf der Oberfläche desselben eine Haut sich verdichtet, die in ihren physikalischen Eigenschaften mit dem Cautchouc identisch schien und beim Verbrennen den charakteristischen Geruch des brennenden Cautchouc's von sich gab.

Die Membran der Gewebezelle in der sich die Absonderungszellen bildeten, wird in einigen Fällen verflüssigt und resorbirt, ebenso wie die zarte Haut dieser in dem Zellsafte befindlichen Absonderungszellen selbst; das in denselben enthaltene Oel wird dann frei und schwimmt tropfenförmig in dem Zellsafte, je nach der Natur dieses zu gröfseren Tropfen sich vereinigend oder als kleinere nebeneinander bestehend, die, indem die Cohäsion ihrer Materie unter sich gröfser ist als die Adhäsion zu den be-

nachbarten Tropfen, häufig schwierig in einander verfließsen und noch als Inhalt von Bläschen erscheinen, von deren Nichtvorhandensein man sich erst durch Anwendung von Reagentien überzeugt.

In andern Fällen wird die Haut der Gewebezelle innerhalb welcher sich jene, in besonderen Sekretionszellen enthaltenen Absonderungsstoffe befinden, wohl mehr oder weniger verflüssigt aber nicht resorbirt, sondern das Produkt ihrer Umänderung vereinigt sich mit dem Inhalte der Sekretionszellen zu neuen chemischen Verbindungen. So entsteht das Viscin aus der Vereinigung der in einen gallertartigen Schleim sich umändernden Membran der Gewebezelle (vergl. pag. 218) mit dem in ihr früher gebildeten fetten Oele, und der Balsam der *Copaifera*, und ohne Zweifel der übrigen Balsam gebenden Leguminosen und Terebinthaceen, durch einen Umänderungsprozeſs der Membran der mit ätherischem Oele erfüllten Gewebezelle in einen harzigen Stoff und Verbindung oder Mengung desselben mit jenem Oele. Die Umänderung der Mutterzellen des Pollen der Orchideen in einen ähnlichen viscinartigen Stoff ist durch andere Beobachter bekannt, so wie diese Mutterzellen nach Nägeli in anderen Fällen in einen gallertartigen Stoff sich verwandeln.

Bei den Balsam gebenden Bäumen setzt sich die Umänderung der Zellmembran in jenen Stoff oft im Umkreise des ursprünglich vorhandenen Harzgefäſses über einen groſsen Theil des Holzes fort, so daſs sich in demselben ein weiter mit Balsam erfüllter Kanal bildet; z. B. bei der *Copaifera*, bei der ich über Zoll weite Kanäle beobachtete, die den ganzen Stamm der Länge nach durchzogen und nach dem Oeffnen zuweilen gegen 40 Flaschen Balsam ausfließsen ließsen.

Daſs in diesem Falle die vermehrte Harz- und Balsambildung nicht allein auf einer Umänderung des die vorhandenen Membranen der benachbarten Holz- und Parenchymzellen bildenden Stoffes in Harz beruht, sondern gleichzeitig eine Neubildung von Zellen innerhalb der Holzzellen, die dem Harzgefäſse angrenzen und auf ein gleichzeitiges Wachsen dieser sich verharzenden Zellmembranen stattfindet: davon überzeugt man sich leicht durch die Untersuchung der Entstehung unsers Fichtenharzes, wo man eine Vergröſserung der den harzerfüllten Lücken angrenzenden Markstrahlenzellen erkennt und häufig die benachbarten Holzzellen mit kleineren Zellen angefüllt und durch sie in mehrere Fächer getheilt findet. Solche Neubildung von Zellen, selbst innerhalb schon verholzter Zellen ist nichts auſserordentliches im Haushalte des pflanzlichen Organismus, sie kommt nicht selten, man kann selbst wohl sagen häufig, in demselben vor und deutet auf eine Veränderung der Zusammensetzung der das Gewebe durchtränkenden Ernährungsflüssigkeit (p. 177).

Zu Anfang der Harzbildung, wo man kaum eine Vergröſserung der in Harz sich verändernden Zellen bemerkt, erscheint die Membran derselben mit diesem Stoffe getränkt, man kann ihn durch Behandlung mit Aether und Alkohol entfernen und die Struktur der Zellwände dadurch reiner und deutlicher hervortreten machen; man könnte sich bis hierher diesen organischen Prozeſs als Analogon des Verkieselungsprozesses erklären, ähnlich wie v. Mohl dieſs überhaupt für die Verdickung der Zellmembran annimmt, daſs der neu in der Zellmembran sich anfindende Stoff in derselben aus dem Safte, (sei es aus dem Safte der Zelle oder aus der allgemeinen Nahrungsflüssigkeit, die das Pflanzengewebe durchtränkt) — abgesetzt wird, während sich dagegen vielleicht ein Theil ihrer Substanz in der Flüssigkeit auflöst: die später mit

der Verharzung der Zellmembran gleichzeitig zur Erscheinung kommende Ausdehnung der Zellen, läfst jedoch eine solche Anschauung nicht zu, man kann dasselbe sich nur dadurch erklären, dafs die Materie der während der Imbibition der Nahrungsflüssigkeit etwa ausgedehnten Zellmembran, sich chemisch mit dem sie tränkenden Stoffe verbindet. — Je weiter die Zellen von dem unveränderten Gewebe entfernt sind, je mehr sie sich dem im Innern des Harzgefäfses oder der Harzlücke enthaltenen strukturlosen, mit glasigem Bruche brechenden, durchscheinenden Harze nähern, desto mehr nähert sich ihre Substanz selbst in chemischer und physikalischer Beziehung dem Harze. Durchschneidet man zufällig eine solche in Harz fast schon veränderte Zelle, so erkennt man noch deutlicher als an der nicht durchschnittenen, dafs sie dickwandig und porös ist, beim Erhitzen schmilzt und auf Hinzufügen von Alkohol sich, wenn nicht gänzlich, so mit Hinterlassung eines mehr oder weniger in Zellform erkennbaren, wie corrodirt erscheinenden Häutchens auflöst. Endlich verschmelzen diese so veränderten Zellen gänzlich mit einander, man erkennt weder Lumen noch äufsere Grenze derselben, sie bilden eine gleichförmig erscheinende, structurlose in Alkohol sich vollständig lösende Masse. Die Umbildung der Membranen in Harz trifft hier zuerst die sekundäre Zelle und ihren Inhalt; die Wandung der primären Zelle ist am spätesten noch zu erkennen, bis auch sie endlich der Einwirkung des Alkohol nicht mehr widersteht.

Aehnlich schien mir der Vorgang bei der Bildung des Balsams der *Copaifera* und *Myroxylon,* wo sich zuerst innerhalb der Zelle flüssiger Stoff absondert und später auch die Häute der Zellen verfliefsen.

Einen diesem Vorgange der Harzbildung entgegengesetzten Prozefs, und ähnlich der bekannten Bildung des Viscins, welches den Pollen der Orchideen mit einander verklebt, — wo es die Häute der Mutterzellen sind, die sich in dieser Weise verändern, — beobachtete ich bei einer Art der Gattung *Caesalpinia,**) wo sich anfangs die Cuticula, später auch die äufseren Rindenzellen, statt in Kork sich zu verwandeln, in Harz übergehen, welches sich in kohlensaurem Natron und auch in Alkohollöst und aus diesem zum Theil während des Verdunstens krystallinisch sich aussondert. Auch hier beginnt in den Mutterzellen die Veränderung, während in ihrem Innern neue Zellen auftreten, bis zur Gröfse der Mutterzellen sich ausdehnen, und endlich wie diese zu formlosem Harze mit einander verfliefsen. — Innerhalb der structurlosen Harzschicht erkennt man häufig noch die gleichfalls schon mehr oder weniger durchsichtig gewordenen, zu vieren oft noch beisammenliegenden Tochterzellen eingebettet, deren Mutterzelle in der Nähe des Rindengewebes noch zu erkennen ist, jedoch von Alkohol schon gelöst wird, während die noch im Verbande des Rindengewebes befindlichen dickwandigen, im optischen Verhalten ihnen sehr ähnlichen Zellen nicht von Alkohol angegriffen werden. Auch hier fällt die Annahme der Entstehung dieser Harzschicht als Produkt des ausgeschwitzten Pflanzensaftes, durch die Beobachtung der Entwickelungstufen der Oberhautzellen, als unhaltbar bei Seite.

Das Harz dieser *Caesalpinia,* die an der Nordküste Columbiens und in den dürren heifsen Flufsthälern (z. B. des Sogamozo) besonders auf sandigem Boden vorkommt, wird von den Fischern durch Abschaben gesammelt und als Schiffspech be-

*) Rhetinophloeum viride Krst. Flora Columb. II. Taf. 113.

nutzt, es wird dem Periderma ähnlich alljährlich in der Regenzeit abgestofsen und erzeugt sich während der trocknen Jahreszeit von neuem, dem ganzen Stamme eine glatte, fast glänzende, durch die unterliegenden Rindenzellen grüne Farbe gebend.

Dieser Entstehung des Harzes und Viscins analog geht die des Schleimes und der verschiedenen Gummiarten, des Bassorin's, Cerasin's und Arabin's aus der assimilirenden Zellhaut hervor. Sehr deutlich treten an den Oberhautzellen der Samen von *Linum* während des Aufquellens ihrer Wandungen die concentrischen Wachsthumsschichten der Membran der sekundären Zellen heraus, weniger deutlich bei *Cydonia* und *Plantago.* Bei den Samen der *Collomia* und den Früchten der *Salvia* bleiben die innersten schraubigen Verdickungsschichten unverändert, während die äufseren Wandungen der Oberhautzellen in Schleim verändert werden, der, ebenso wie jener Schraubenfaden, durch Schwefelsäure und Jod violett gefärbt wird. Dafs an den unreifen Samen und Früchten sich diese Erscheinungen nicht zeigen, beweist auch hier die durch die Assimilationsthätigkeit bewirkte Umwandlung der Zellmembranen. Ganz ähnliche Verhältnisse beobachtete ich bei der Entstehung des Gummi in dem Holze des Kirschbaums, nur dafs hier sich, gleichzeitig mit der Verdickung und Umwandlung der Zellmembran in gallertähnlich aufquellendes Gummi, innerhalb der Zellen ein gummiartiger Stoff in kleinen zelligen Gebilden ansammelt, der die Stelle des Zellsaftes vertretend, jene gänzlich anfüllt, ähnlich wie ich dies von einem Gummi, das sich in den Stärkmehl enthaltenden Zellen der Wurzelmütze der Palmen während der Resorption dieses Stärkmehls bildet, früher schon angab (Vegetationsorg. d. P. und Poggendorffs Annalen 1848 p. 28). — An dem Blattstiele einer Palme (*Oenocarpus*) hatte sich in Folge einer Quetschung ein Gummiflufs gebildet; das ausgeflossene und erhärtete Gummi löste sich vollkommen in Wasser und verhielt sich mit schwefelsaurem Kupferoxyd und Aetzkali gekocht wie Arabin.

Die anatomische Untersuchung des Gewebes liefs eine dem Kirschgummi gleiche Entstehungsweise erkennen. Hier wie dort findet eine gleichzeitige Resorption der in den Zellen enthaltenen Stärkebläschen statt, und zwar in der Weise, dafs die centralen Theile zuerst verflüssigt werden, die Hülle zuletzt aufgesogen wird, wie ich dies schon pag. 251 beschrieb. Die Entstehung des Traganthgummi beobachtete ich in dem Stamme des *Astragalus aristatus* in gleicher Weise wie Mohl diefs in der botanischen Zeitung 1857 Sp. 38 beschrieben hat; es sind dieselben Erscheinungen wie ich sie oben von der Bildung des Harzes der Rindenzellen der *Caesalpinia* beschrieb.

Das Bassorin ist die im Pflanzenreiche verbreitetste Gummiart, sowohl bei Linné's Cryptogamen als in den verschiedenen Gruppen der Phanerogamen, findet sich dies Gummi in besonderen weiten Gefäfsen, die das Zellgewebe durchziehen, das Gummi wird durch die Assimilation der das Gefäfs auskleidenden Zellen gebildet, es ist in diesen Gefäfsen je nach dem Stadium der Vegetation in verschiedener Menge enthalten, wie ich dies bei verschiedenen Species *Carludovica* und Cyatheen beobachtete. Im normalen Zustande des Organismus fliefst dasselbe nicht aus und scheint nicht in gröfserer Menge gebildet zu werden als zur Anfüllung des Gefäfses hinreicht und während der neu eintretenden Vegetationsperiode wieder aufgesogen wird; wird jedoch die das innere Zellgewebe vor der unmittelbaren Einwirkung der Atmosphäre

schützende Decke der Hüllhaut und Korkschicht verletzt: so wird die Bildung sowohl der Gummiarten als auch der Harze fast regelmäfsig in bedeutendem Grade vermehrt und die Elemente der verschiedensten Gewebe können daran Theil nehmen, während in Folge dieser krankhaft vermehrten Umänderung der Zellmembranen in jene Absonderungsstoffe, dieselben zum Hervorquellen aus dem Organismus gezwungen werden und den Charakter der Aussonderungsstoffe annehmen. Ob die grofsen Mengen von Balsam und Harz, die z. B. in der *Copaifera* und *Hymenaea* sich an gewissen Standorten regelmäfsig bilden, auch zu diesen krankhaft erzeugten Absonderungsstoffen gehören, wie es mir, eben aus dieser Abhängigkeit von dem Standorte hervorzugehen scheint, oder ob dieselben zu den Erzeugnissen des regelmäfsigen Wachsthumprozesses dieser Pflanzen gehören, ist noch durch weitere Beobachtungen zu ermitteln.

Ueber die Entstehung des Zuckers ist histologisch noch nichts bekannt, man nimmt allgemein an, dafs derselbe aus der Umsetzung des Stärkemehls hervorgehe; so wahrscheinlich dies auch ist, so bleibt dennoch das Nähere dieses Vorganges in dem assimilirenden Gewebe durch die Beobachtung noch zu bestätigen; überdies ist es mir nicht unwahrscheinlich, dafs in gewissen Fällen auch die verflüssigte Zellwand zur Entstehung des Zuckers dient, da zuweilen dort, wo der Zucker besonders reichlich auftritt, ganze Gewebeportionen verflüssigt werden, z. B. in dem Zuckerrohre, dessen Stamm in der Regel gänzlich mit Mark angefüllt ist, jedoch dort, wo es auf sehr fruchtbarem Boden vorzüglich üppig wuchert, in den älteren Theilen des Stammes durch Resorption des Markes hohl wird, während die jüngeren Theile aufsergewöhnlich zuckerreich *) werden, so dafs eine Wechselbeziehung zwischen diesem gröfseren Zuckergehalt und der Verflüssigung der älteren Gewebetheile zu bestehen scheint.

Auf der Narbe und den Nectarien der Blumen verschwindet nicht nur die anfangs vorhandene Hüllhaut zur Zeit der Zuckerabsonderung, sondern ein Theil dieses Zuckersaftes dringt auch aus den Zwischenzellräumen des Gewebes hervor, dessen Zwischenzellsubstanz so wie die primären Zellhäute von der aufsteigenden Nahrungsflüssigkeit aufgelöst und wahrscheinlich in den Zucker dieses Nectars umgesetzt wurden.

Die Veränderung der anfangs stickstoffhaltigen Zellmembran in die endlich sehr kohlenstoffreiche Substanz des Korkes, Harzes, Wachses und Viscins einerseits: so wie anderseits in Gummi, Schleim und vielleicht in Zucker durch einfache Substitution durch Ablagerung der einen Substanz bei gleichzeitiger Auflösung der zweiten sich zu erklären, ähnlich wie man bei dem Versteinerungsprozesse die Holzsubstanz durch Kiesel- oder Kalkerde ersetzt werden sieht, würde in diesem Falle kein richtiges Bild geben, da jene Substanzen, die wir den Zellstoff ersetzen sehen, nicht in der das Pflanzengewebe tränkenden Flüssigkeit aufgelöst sind.

Noch roher hat man sich diesen Vorgang durch ein Ausschwitzen dieser Substanzen aus den Zellen oder als einen Niederschlag aus dem Zellsafte auf die innere Wandung der Zelle vorgestellt; gegen die erste Annahme spricht die Unauflöslichkeit des Wachses, Harzes, Bassorins und Schleimes in wäfsriger Flüssigkeit, die das Pflanzengewebe tränkt; ohne in dem Zellsafte oder der allgemeinen Nahrungsflüssigkeit

*) Dieser Zucker ist dann aber nicht Rohr- sondern Frucht-Zucker.

aufgelöst zu sein, können doch denkbarer Weise diese Substanzen nicht die Membranen der Zelle durchdringen und an der äufseren Oberfläche derselben sich ablagern! vorzüglich aber steht sowohl dieser Idee wie der Annahme eines Niederschlages auf die innere Wand der Zelle das gleichzeitige Wachsthum derselben entgegen, nur durch Intussusception, d. h. durch Entstehung der neuen chemischen Mischung innerhalb der Zellmembran bei gleichzeitiger, von dem Gestaltungsprozesse vielleicht abhängiger Ausdehnung der neu entstandenen Verbindung, läfst sich dasselbe erklären.

Es ist derselbe Prozefs, wie der der Assimilation der unorganischen Stoffe im Allgemeinen, in Folge dessen die Zellmembran erhärtet oder verflüssigt wird, während aus der neuen Verbindung der ausgeschiedene Antheil in das Innere der Zelle eindringt und hier zur Entstehung neuer organisirter Formen Veranlassung giebt, deren oft rasch beendete Entfaltung ohne Zweifel die fernere Umbildung des organisch gewordenen Stoffes bezweckt und ihn zur Entstehung höher organisirter Formen befähigt.

Zellenkrystalloïde im Milchsafte der Jatropha Curcas L.

Poggendorffs Annalen 1859.

Im Jahre 1847 legte ich der Gesellschaft der naturforschenden Freunde in Berlin krystallähnliche Zellen aus dem Safte der *Jatropha Curcas* vor, die sowohl wegen ihrer chemischen Constitution wie besonders wegen ihrer an gewisse Mineralkrystalle erinnernde Form allgemeiner gekannt zu werden verdienten, wie es die durch die Gesellschaft veranlafste Publikation (man vergl. Bot. Zeitung 1847 S. 655) möglich macht, weshalb ich es nicht für unpassend halte, hier noch einmal auf sie zurückzukommen.

Die *Jatropha Curcas L.*, zur Familie der Euphorbiaceen gehörend, ist als Mutterpflanze der drastischen *Semina Ricini majoris* längst bekannt. Das Zellgewebe der Stammrinde und der Blätter dieser Pflanze wird von einem Milchsaftgefäfssysteme durchzogen, dessen Theile vielfach mit einander anastomosiren.

Nach Verletzung eines Blattes oder der Rinde quillt ein etwas dickflüssiger, wässeriger Saft hervor, der, wenn er aus den Blättern oder den jüngsten Knospen genommen wurde, farblos ist, wogegen er etwas dunkel gefärbt aus den mit einer Korkschicht bedeckten Aesten hervorquillt. In diesen Säften schwimmen quadratische Plättchen von verschiedener Gröfse; die gröfsten in dem Rindensafte vorkommenden messen 0,012^{mm} im Durchmesser, die kleinsten erscheinen als rundliche Körnchen.

Bevor ich auf die Beschreibung dieser oben als Zellenkrystalloïde bezeichneten Körper übergehe, sei es gestattet den Milchsaft selbst und die Gefäfse, die ihn führen, zu betrachten[1]).

Letztere werden histologisch richtig Milchsaftfasern genannt, da sie durch die Verschmelzung einfacher Zellenreihen entstehen, und nicht den zusammengesetzteren Bau der Gummi- und Harz-Gefäfse haben, wie ich diefs durch frühere Untersuchungen anderer gleichwerthiger Elementarorgane wiederholt nachgewiesen habe, z. B. p. 124 und an der *Cecropia peltata L.*, in welcher Pflanze die Milchsaftfasern später zu Bastfasern verdicken (pag. 244); was auch S c h a c h t später für andere Pflanzen (Pflanzenzelle p. 220) bestätigte, wenn auch zu sehr verallgemeinerte. Es verlaufen diese Fasern einzeln stehend im Parenchyme der Rinde, parallel der Axe, mit einander durch Aeste anastomosirend; die weitesten messen bis 0,05^{mm} im Durchmesser. Mehrere derselben begleiten eins der in den Stiel eines Blattes eintretenden, als Mittelrippe desselben

[1]) Dieser Saft ist zwar nicht milchweifs, da er verhältnifsmäfsig wenige freie Zellen enthält, mufs aber dennoch ebenso wie der ganz wäfsrige Saft vieler Pflanzen Milchsaft genannt werden, wenn dieser in Milchsaftfasern, die in letzterem Falle meistens für Interzellularräume gehalten werden, eingeschlossen war. Andererseits vereinigen sich häufig Zellen, die einen milchweifsen Saft, oder andere, den in Milchsaftfasern enthaltenen Säften ähnliche Flüssigkeiten einschliefsen, nicht zu Fasern, die dann Milchsaftzellen zu nennen sind.

sich verlängernden und Zweige für die Nerven und Adern abgebenden Gefäfsbündel, der peripherischen Seite des Cambiums derselben zunächst liegend. Von diesen die gröfseren Gefäfsbündelzweige begleitenden Stämmen verlaufen Zweige in das Parenchym, welches die kleinsten Gefäfsbündelmaschen ausfüllt, Anastomosen zwischen den gröfseren Aesten herstellend und zwar hier vorzugsweise in dem die Unterfläche des Blattes bildenden, vermittelst der Spaltöffnungen zunächst mit der Atmosphäre in Verbindung stehenden Zellgewebe[1]). Der Durchmesser dieser engsten Zweige beträgt 0,0075^{mm}, d. h. den sechsten Theil des Durchmessers der gröfsten in dem Rindensafte enthaltenden Krystalloïde, was als neuer Beweis meiner schon früher in Poggendorffs Annalen Bd. LXXIII. S. 22 ausgesprochenen Ansicht gegen eine Circulation der Pflanzensäfte dienen kann, deren Mengung und Fortleitung allein durch Diffusion, Capillarität und den in der Zellwand und dem Zelleninhalte stattfindenden Chemismus bewirkt wird, wie ich diefs a. a. O. 1847 ausführlich erörtete.

Die auf höchst mangelhafte Untersuchung begründete Ansicht, es bewege sich der Milchsaft in den Intercellularräumen, nicht in eigenen Zellenorganen wird hier aufs leichteste durch die vollkommene Isolirbarkeit derselben aus dem übrigen Zellgewebe widerlegt[2]). Die Wandung dieser Milchsaftfasern besteht aus Cellulose ebenso wie Zellen und Fasern der benachbarten Gewebe. Einzelne unregelmäfsig zerstreute Parthien des Blattparenchymes enthalten einen ähnlichen Saft wie die Milchsaftfasern; die Krystalloïde wurden in demselben nicht erkannt.

Der etwas gelblich gefärbte Saft der Rinde des Stammes gerinnt durch Vermischung mit Alkohol so wie durch Eisenchloridlösung. Das Coagulum, welches durch letzteres Reagens gefällt wurde, zeigt durch schmutzig grüne Farbe Gerbsäure an.

Basisches essigsaures Bleioxyd fällt diesen Saft röthlich gelb, das neutrale essigsaure Bleioxyd grau-gelb.

Mit einer Lösung von Kalihydrat vermischt entsteht ein braunes Coagulum, das sich in überschüssigem Kali mit rother Farbe löst. Durch Kochen wird dieser Saft nicht coagulirt, ebenso ist er mit Wasser mischbar, wogegen er durch Vermischen mit Mineralsäuren gerinnt.

Der aus den jüngsten Knospen genommene Saft gerinnt beim Kochen und mischt sich nicht mit Wasser. Das durch Kochen erzeugte Coagulum ist weder in Wasser noch verdünnten Mineralsäuren löslich; in Essigsäure dagegen löst sich sowohl das aus dem Safte der Knospen als das aus dem des Stammes gefällte.

Das durch Mineralsäuren aus diesem Safte erzeugte Coagulum ist häutig z. Th. durchsichtig und homogen wie eine Zellwandung, man beobachtet dies am besten, wenn man auf dem Objectträger einige Tropfen Saft mit etwas Säure mischt, wo dann überall an der Berührungsfläche Beider die zarte durchsichtige Haut entsteht.

Durch Jodlösung wird dies Coagulum gelb gefärbt.

Chlorwasserstoffsäure färbt das Coagulum nach längerer Maceration violett:

[1]) Bei anderen Pflanzen z. B. dem *Galactodendron utile* findet sich dagegen das Milchsaftfasernetz ausschliefslich in dem der Oberfläche des Blattes angrenzenden Parenchyme.

[2]) Bei den *Aroideen*, bei den *Helobien*, *Papayaceen* und anderen verästeln sich diese Fasern auch noch in dem ausgebildeten Parenchyme durch Zweige, die sich in die Interzellularräume gröfserer Parenchymgruppen hinein verlängern; diese Erscheinung (man vergl. pag. 257) hat ohne Zweifel ganz besonders den Irrthum veranlafst, die Milchsaftfasern für Zwischenzellgänge zu halten.

auch der selbst mit vielem Wasser vermischte Saft wird durch Kochen mit dieser Säure röthlich violett gefärbt.

Zucker und Schwefelsäure färben das Coagulum rothgelb.

Chlorzinkjodlösung fällt den Saft mit weifser Farbe und dies Coagulum, färbt sich bald, wie auch das durch Säuren erzeugte, nach einigem Stehen an der Luft, blau, der Cellulose und dem Bassorin ähnlich.

Saures salpetersaures Quecksilberoxyd färbt das Saftcoagulum citronengelb, beim Erwärmen wird diese Farbe in orange verändert. Auf salpetersaures Quecksilberoxydul so wie auf phosphorsaure Molybdänsäure wirkt der Saft reducirend.

Quecksilberchlorid färbt den Saft weifs.

Kupferoxydammoniak macht die Flüssigkeit mit grünlich brauner Farbe gerinnen; ebenso schwefelsaures Kupferoxyd, welches das Coagulum anfangs bläulich färbt.

Es ist demnach in diesem Safte ein Gemenge von Gerbsäure mit einem proteinartigen Körper und einer löslichen Form der Zelluloserreihe aufgelöst enthalten; vorzüglich in dem Safte der cambialen Gewebe ist das Eiweifs, in dem des ausgebildeten Gewebes die Gerbsäure vorhanden.

Feste Körper kommen in dem Milchsafte nur in der einen oben bezeichneten Form vor; Stärkmehl und andere bläschenartige Gebilde sind nicht in demselben vorhanden. Die Kanten und Ecken der quadratischen Täfelchen sind gewöhnlich nicht ganz scharf, sondern etwas abgerundet, oft aber auch durchaus scharf winklig; zuweilen kommen an den Seitenflächen einspringende Winkel vor (Taf. XV. Fig. 7.u. 9). Auch Durcheineinanderwachsungen von zwei und drei solcher Plättchen nach Art der zwei- und einaxigen Krystalle rechtwinklicht auf die eine ungleiche Axe, so wie von Durcheinanderwachsungen von zwei und drei dieser Täfelchen, in denen diese eine dritte Axe um 60° divergirt. Fig. 9.

Auf das Licht wirken diese krystallähnlichen Zellen nicht doppelbrechend, sie verhalten sich in dieser Hinsicht den Harz enthaltenden Caoutchoukbläschen anderer Euphorbiaceen gleich, wie diefs seit Ehrenberg's Beobachtungen über diesen Gegenstand bekannt ist.

Die Zellenkrystalloïde haben von dem Safte umgeben das matte Ansehen von Eiweifs, nicht den Glanz des Fettes, selten schimmert in den gröfseren ein Kern oder eine centrale Zelle mit oder ohne Kern durch, oder lassen sich Schichtungen im Innern parallel der Oberfläche wahrnehmen, an manche Stärkemehlformen erinnernd. Fig. 8.

An den Plättchen, die mit dem Milchsafte erhitzt wurden, sieht man deutlicher einen centralen Hohlraum mit durchsichtiger Substanz angefüllt durchschimmern; ähnlich wie bei den gleicherweise behandelten Stärkebläschen.

Läfst man den Saft gänzlich eintrocknen, so erscheinen die Krystslloïde, wie hohle Räume in der eiweifsartigen Substanz; bringt man dann Chlorwasserstoffsäure hinzu, welche diese letztere braungelb färbt, so sieht man oft den Hohlraum sich mit einer Luft füllen, die von Wasser absorbirt wird, d. h. mit Kohlensäure. Eine ähnliche Erscheinung zeigt bekanntlich das Amylum.

Sehr verdünnte Jodlösung färbt die Krystalloïde gelblich; Jodtinktur rothbraun.

Alkohol wirkt, kalt angewendet, nicht auf die Krystalloïde; auch beim wieder-

holten Kochen zeigte sich an vielen keine Veränderung, andere liefsen dann einen innern Kern erkennen, noch andere waren scheinbar ganz entleert, theils mit ziemlich unveränderter Form, theils zu kugligen Bläschen ausgedehnt.

Mit Aether behandelt werden die Krystalloïde durchsichtiger, die inneren Zellen werden deutlicher, indem die Zwischenzellsubstanz aufgelöst wird; Tropfen einer harzigen Substanz zeigen sich beim Verdunsten des Aethers an der Oberfläche der Flüssigkeit. Setzt man darauf Jodtinktur hinzu, so werden die rückständigen Zellenhäute rothbraun gefärbt; darauf mit Chlorzinkjodlösung behandelt, quellen die Membranen auf ohne blau gefärbt zu werden.

Kochender Aether scheint durch heftige Einwirkung auf den Inhalt der Zellenkrystalloïde auch die Häute derselben zu zerstören, d. h. entweder so zu zerreifsen, dafs man dieselben nicht wieder erkennt, oder auch selbst zu lösen, was nicht entschieden werden konnte.

Chlorzinkjodlösung, concentrirt angewendet, löst den Inhalt der primären und sekundären Zellen, so dafs die Häute dieser deutlich hervortreten; besonders deutlich, und mit gelbbrauner Farbe, wenn noch etwas Jodtinktur hinzugefügt wird.

Concentrirte Mineralsäure lösen die Krystalloïde, in dem sie zuerst deren Inhalt durchsichtig machen. Wasserhaltige concentrirte Mineralsäuren wirken nur unvollständig lösend.

Englische Schwefelsäure macht die Plättchen durchsichtig, ohne die äufsere Haut zu lösen; nach längerer Maceration werden dieselben darauf durch Jod nur gelb gefärbt, auch Chlorzinkjodlösung bringt dann keine andere Färbung hervor (Cellulose wird nicht angezeigt).

Sehr verdünnte Chlorwasserstoffsäure löst beim Kochen den Inhalt der Zellen, ohne eine Färbung der rückständigen Membran zu erzeugen; etwas concentrirter angewendet färben sich die Häute beim Kochen röthlich-violett.

Salpetersäure löst, wenn sie nicht sehr concentrirt angewendet wird, nur den Inhalt der primären und sekundären Zellen, ohne in Gröfse und Färbung erkennbare Veränderungen hervorzubringen; setzt man jetzt concentrirte Kali- oder Ammoniak-Lösung hinzu, so werden die Krystalloïde gelb gefärbt, welche Färbung durch Waschen mit Wasser entfernt werden kann.

Essigsäure löst gleichfalls den Inhalt der Zellen ohne die Häute selbst zu zerstören; die Membran der sekundären Zelle wird hierbei zuweilen kugelig ausgedehnt und ist dann von der abgeplatteten Mutterzelle ringförmig umgeben. Fig. 8.

In Zucker und englischer Schwefelsäure macerirt nehmen die Krystalloïde dieselbe röthliche Farbe an, die das Coagulum des Saftes selbst durch diese Reagentien erhält; behandelt man dieselben vorher mit kochendem Alkohol, so wird die Farbe derjenigen, in denen man die in einander geschachtelten Zellen am deutlichsten wahrnimmt, deren Inhalt also aufgelöst ist, nicht mehr verändert.

In concentrirter Kalilösung werden die Zellen aufgelöst und zwar zuerst der Inhalt: beginnt diese Lösung von einer Seite der primären Zelle, so wird nach dieser Seite hin die sekundäre Zelle von der etwas quellenden, noch nicht gelösten jetzt halbmondförmigen zweiten Hälfte des Inhaltes der primären Zelle gedrängt, bis auch dieser sich löst und die Zellwände endlich corrodirt werden.

Saure salpetersaure Quecksilberoxydsalze lösen die Krystalloïde.

Salpetersaures Quecksilberoxydul bringt keine Veränderung hervor.

Durch Kupferoxydammoniak werden die Krystalloïde je nach der mehr oder minder unmittelbaren Einwirkung entweder plötzlich zerstört und aufgelöst oder nur durchsichtig gemacht, so dafs die endogenen Zellen deutlich sichtbar werden.

Phosphorsaure Molybdänsäure wirkt nicht auf die Krystalloïde.

Terpentinöl macht die Krystalloïde sehr durchsichtig, fast bis zum Verschwinden, ebenso Olivenöl, letzteres besonders nach dem Erwärmen; durch Jod darauf gelb gefärbt, sind sie leicht wieder zu erkennen und man sieht jetzt, dafs das Terpentinöl die zwischen den endogenen Zellen enthaltene Substanz aufgelöst hat. Beim Erwärmen in diesen Substanzen dehnen sich diese Körper bedeutend aus, erscheinen tropfenartig und sind endlich nicht mehr zu unterscheiden; andere sieht man auch von dem Umkreise aus durch das Terpentinöl angegriffen, wie angefressen ausgezackt, offenbar in der Auflösung begriffen.

So gewagt es auch immer ist, aus mikrochemischen Reactionen einen Schlufs auf die chemische Zusammensetzung mikroskopischer Organisationen zu ziehen, so so geht doch wohl mit Sicherheit aus dem Mitgetheilten hervor, dafs die Zellenhäute dieser Krystalloïde nicht aus Cellulose bestehen, und dafs der Inhalt derselben wahrscheinlich ein fett- oder harzartiger vielleicht stickstoffhaltiger Stoff ist.

In meiner Abhandlung über die Vegetationsorgane der Palmen habe ich auf die innige Beziehung der Form der Zellen zu der chemischen Zusammensetzung der Ernährungsflüssigkeit aufmerksam gemacht und sprach die Ansicht aus, dafs die veränderte Form auf eine veränderte chemische Constitution der Zelle schliefsen lasse; die vorliegenden Zellen führen gleichfalls auf die Vermuthung, dafs ihre unorganische Form von einem krystallisirbaren Inhalt veranlafst sei; diesen Stoff rein zu erhalten und aufserhalb der Zellen krystallisirt zu sehen ist mir nicht gelungen. Die mit Wasser und Alkohol möglichst gereinigten, mit Schwefelsäure und Salzsäure gekochten Krystalloïde, hatten an diese Säuren einen Körper abgegeben, der nun sich krystallinisch ausschied, es war jedoch die Menge desselben zu geringe um ihn genauer zu untersuchen, auch bleibt immer noch der Verdacht, dafs derselbe aus dem nicht ganz zu entfernenden Coagulum des Zellsaftes stammte.

Dafs sich in den Pflanzenzellen die Krystalle unorganischer Stoffe aus dem Zellsafte innerhalb besonderer Zellen aussondern, habe ich p. 131 angeführt; ganz in der Regel doch nicht ausnahmslos ist es der Zellkern, in dem sich die Krystalldrusen und Raphidenbündel aus dem Zellsafte absondern und formen. Die anfangs aus Proteinsubstanz bestehende Wandung dieses Zellkernes wird als Hülle der Krystalldruse nicht selten eine stark verdickte Cellulosemembran. In dem Blatte einer *Geonoma* hatte diese Cellulosemembran ganz die Form der in ihr eingeschlossenen Druse von oxalsaurem Kalk angenommen; die Wandungen der primären- und sekundären Zellen, denen dieser Zellkern angehörte, waren sehr dünne, scheinbar in der Resorption begriffen.

Hier an diesen Krystalloïden liefsen auch die gröfsten, die schon zwei Generationen endogener Zellen umschlossen, keine Cellulose erkennen. Die Auflöslichkeit in Aether und Terpentinöl deuten auf die Caoutchouknatur der Membran.

Etwa vorhandene chemische Verschiedenheit der Membranen in verschiedenen Alterszuständen, analog der Umwandlung der anfangs proteinartigen Cambium-Mutterzelle, so wie der sekundären Zelle des Parenchyms etc. (Primordialschlauchs) in Cellulose ist hier schwieriger zu erkennen, — nicht sowohl wegen der Gröfse, wie besonders

wegen des leicht coagulirenden Saftes, in welchem sie enthalten und von dem sie nicht leicht und gut zu reinigen sind, — obgleich die verschiedenartige Einwirkung desselben Auflösungsmittels auf eine solche Differenz hindeutet.

Dafs hier nicht von einem Niederschlage um einen Zellkern (verfeinert ausgedrückt, von einer Hautschicht des Plasma) von Ab- und Anlagerungen um einen Primordialschlauch etc.[1]) die Rede sein kann, geht einfach daraus hervor, dafs die kleinsten Krystalloïde schon aus Membran und Inhalt bestehen, dafs sie also eine Zelle sind, die an Ausdehnung und Inhalt zunimmt, dann, wenn sie eine bestimmte Gröfse erreicht hat, einen Kern bekommt, von gleicher Natur wie die anfangs einfache Zelle (die man passend Bläschen nennt, so lange sie keine sekundäre Zelle (Kernzelle einschliefst).

Anzunehmen, dafs um diesen Kern sich abwechselnde Schichten, des in der Kernzelle enthaltenden Stoffes und der ihn bildenden Zellhaut niederschlagen, ist durchaus ungerechtfertigt, da die Kerne dann, wenn sie ein den Krystallen ähnliches Attractionsvermögen auf die benachbarte aufgelöste Substanz ausübten, nicht von verschiedener Gröfse in derselben Flüssigkeit frei nebeneinander vorkommen könnten, sondern sobald sie die zur Attraction eines heterogenen Stoffes nothwendige Gröfse (die Gröfse des kleinsten eingeschlossenen Kernes) erreicht haben, auch die ihnen inwohnende Attraction auf die umgebende Substanz ausüben müfsten und eine neue Membran mit ihrem Inhalte sich stets um Kernkörperchen gleicher Gröfse niederschlagen würde.

Die Anhänger der Niederschlagshypothese werden freilich entgegnen, es bilden sich gleich anfangs grofse und kleine Kernzellen, von einem Wachsen sei gar nicht die Rede, welchen Einwurf zu entkräften die einfachen Krystalloïdzellen nicht ausreichen würden, da diese nicht wie andere Organisationen unter den Augen des Beobachters sich entwickeln und mit Hülfe des Mikroskopes in ihrer Entwickelung erkannt werden können. Diese einfachen Krystalloïdzellen haben die gleiche Struktur und Entwickelungsgeschichte des Amylum über die ich schon „*de cella vitali* 1843" in gleichem Sinne mich ausgesprochen habe. Es sind Bläschen mit einem schichtig abgesonderten Inhalte, in welchen, wenn sie eine bestimmte Gröfse erreicht haben, ein zweites Bläschen als Kern auftritt; beide wachsen gemeinschaftlich weiter, in ihrem Innern mehr des in ihnen enthaltenen Stoffes ablagernd und bei einer bestimmten Gröfse ein drittes Bläschen in dem Centrum erzeugend. Für das Amylum überzeugt man sich am leichtesten von diesen eingeschlossenen eingeschachtelten Bläschen (Zellen), wenn man die Entstehung desselben innerhalb der Chlorophyllbläschen bei den Fadenalgen verfolgt, wo die Entwickelung des endogenen Amylumbläschen leicht zu beobachten ist.

Die zusammengesetzteren Formen der Zellenkrystalloïde d. h. die Zwillinge und Drillinge werden es noch deutlicher machen, dafs weder solche mechanische Niederschläge noch eine auf Elasticität beruhende Ausdehnung der Zellhäute, (die

[1]) Die Entstehung einer Gewebezelle durch eine einmalige oder, durch mehrmalige aufeinanderfolgende Bildung von Memhranen um eine vorhandene Schleimmasse (oder Zellkern Schleiden's) wird von vorurtheilsfreier Beobachtung nie und nirgends erkannt. Häutige Bildungen, die bei der Berührung von Proteinsubstanzen mit verschiedenen Salz- und Säurelösungen entstehen, sogenannte Haptogenmembranen, denen keine der Funktionen der organisirten Zellenmembranen zukommt, waren z. Th. die Veranlassung solcher irrthümlichen Anschauungsweisen.

man leider gleichfalls noch heutigen Tages als Ursache der Vergröfserung von Zellen angegeben findet), das Wachsen dieser Krystalloïde veranlafst.

Was zunächst die häufigste Form der Zellen betrifft, die beim ersten Ansehen an die Dotterplatten der Batrachier- und Fischeier erinnert, welche Radlkofer kürzlich als wirkliche Krystalle erkannt hat: so sind allerdings auch hier oft die Kanten und Ecken so scharf, dafs man deren Winkel messen könnte; in anderen Fällen, und zwar in den meisten, sind jedoch diese Kanten und Ecken abgerundet, ohne die geringste Andeutung von Abstumpfungsflächen erkennen zu lassen. Man kann in den meisten Fällen die quadratischen Plättchen nur für krystallähnliche Formen nicht für eigentliche Krystalle halten, auch wenn man die endogenen Zellen bis dahin nicht erkannte (Fig. 8).

Lassen nun schon die einfachen quadratischen Täfelchen der Vermuthung Raum, man habe einen durch Apposition entstandenen Körper vor sich, so sind die nicht selten vorkommenden Nachahmungen von Zwillings- und Drillings-Krystallen noch mehr geeignet, diesen Glauben entstehen zu lassen, wenn man sich nicht schon von dem Vorhandensein der endogenen Zellen und deren aufeinanderfolgendem Entstehen überzeugt hat.

Mit dem Erkennen dieser Letzteren und ihrer für alle Zellen allgemein gültigen Entstehungsweise ist indessen jeder Gedanke an die anorganische Wachsthumsweise abgeschnitten.

Entsprechend nämlich der einen oder den zweien endogenen Zellen, die sich ohne Ausnahme in den gröfsten vollständig ausgewachsenen Tafelzellen finden, wachsen diese letzteren, während sie sich in der ursprünglich vorherrschenden Dimension vergröfsern, auch von dem Mittelpunkte und der der einen ungleichen Axe entsprechenden Mittellinie, parallel einer der beiden gleichen Axen plattenförmig aus (Fig. 9). Diefs Auswachsen der Kernzelle über die Oberfläche der Zelle hinaus findet entweder nur an einer der beiden grofsen Flächen der Tafel oder, wie gewöhnlich, correspondirend an den beiden gegenüberliegenden Flächen, symmetrisch statt, so dafs die ursprünglich einfache Tafel endlich von einer zweiten ihr gleichen rechtwinklig, Harmatom-ähnlich durchwachsen ist. Auch in einem Winkel von etwa 60° Staurolith-ähnlich, kommen Durchwachsungen vor, welchen beiden um 60° divergirenden Platten sich meistens die dritte, Weifsbleierz-ähnlich: hinzugesellt, während der dem regulären Systeme entsprechende, auch beim Harmatome beobachtete, Drilling, hervorgebracht durch die plattenförmige Ausdehnung der dritten endogenen Zelle im Zwillingscentrum, parallel der Ebene der einen ungleichen Axe, seltener vorkommt, aber gleichfalls wiederholt beobachtet wurde. Fig. 9 x.

So überraschend und seltsam nun auch diese Pseudomorphosen von Pflanzenzellen im ersten Augenblicke erscheinen, so giebt es doch Formen unter den Elementarorganen des Pflanzengewebes, die einigermafsen an dieselben erinnern: ich meine die sternförmigen Plattenzellen, die in den Scheidewänden der gewöhnlich für Lücken, d. h. für grofse Zwischenzellräume, gehaltenen Saftkanäle der Monokotylen, besonders der Juncaceen, so wie der wirklichen Sternzellen, die das Mark mancher Binsen bilden, doch sind bei diesen Zellenformen die Auswüchse nicht plattenförmig, sondern cylindrisch und die fast mathematisch genau abgemessene Stellung der Platten ist in den Armen der Sternzellen nicht vorhanden.

Die Veränderungen der chemischen Constitution der Pflanzen-Zellmembran.

Hierzu Taf. I.

Poggendorffs Annalen 1859.

Das Leben des Organismus, seine specifisch eigenthümliche Erscheinungsweise, beruht auf der andauernden Assimilationsthätigkeit seiner Elementarorgane, auf der fortwährenden Veränderung der chemischen Constitution dieser, auf der „Lebensthätigkeit der Organismen" genannten Wechselwirkung derselben mit der unorganischen Natur.

Die von einigen Physiologen noch heute vertretene rohe Anschauungsweise des organischen Wachsthums als Resultat der Elasticität der durch Apposition entstandenen und verdickten Zellenwandungen, bei gleichzeitiger Diffusion der in den benachbarten Zellen enthaltenen Flüssigkeiten ist durchaus verwerflich. Diese Idee stammt aus einer Zeit, in der man weniger als jetzt die Entwicklungsgeschichte der Elementarorgane kannte, welche den Organismus zusammensetzen.

Andererseits habe ich gleichfalls in meiner Dissertation: *„de cella vitali"* 1843 das Irrthümliche der Idee der Unveränderlichkeit der die Gewebe des zusammengesetzten Organismus constituirenden oder der die einfachsten pflanzlichen Organismen unmittelbar zusammensetzenden Zellen erörtert und später häufig Gelegenheit gehabt für die Pflanzenzelle speciell diefs nachzuweisen. Die gänzlich verholzte Zelle und Faser ist weder ein todtes Skelett der Pflanze noch hat sie einen Zustand der Stabilität erreicht, in welchem sie dem überwältigenden Einflusse der physikalischen Naturkräfte entgegensieht: widersteht vielmehr denselben während einer fortdauernden, wenn auch unmerklichen Assimilationsthätigkeit.

Die Veränderung der ursprünglich stickstoffhaltigen pflanzlichen Zellmembran in Cellulose und die Umbildung dieser in Schleim, Bassorin (Mohl bot. Zeit. 1857, S. 38. H. Karsten bot. Zeit. 1857, S. 313 u. oben S. 298) und Zucker hat weniger Befremdendes als die von mir seit Jahren beobachtete Umwandlung derselben in Wachs und Harz (pag. 107).

Ohne Zweifel befolgt die Natur mehrere Wege zur Erzeugung dieser Sekretionen im Gewebe der Pflanze. Denn die ätherischen Oele, die Grundlagen vieler Harze, so wie das Wachs der Balanophoren finden sich auch in besonderen Zellen (pag. 75), welche in dem flüssigen Inhalte der Gewebezellen entstehen. Die Membranen dieser ölhaltigen Sekretionszellen, so wie Häute der Gewebezellen, in denen diese Sekretionszellen enthalten sind, werden später verflüssigt und das Verflüssigungsprodukt bildet mit den ätherischen Oelen einen Balsam, der entweder in kleinen

Höhlen des Zellgewebes enthalten ist, (die Harzbeulen der Abietinen, die Drüsen der Aurantiaceen, Rutaceen, Diosmeen etc.) oder in längeren Kanälen, den Harz-Gefäfsen der Coniferen, Terebinthaceen etc.

Der Chemie ist es bisher nicht gelungen weder eine wahrscheinliche Entstehungsweise dieser Balsame noch die des Wachses und Harzes aus den Kohlenhydraten anzugeben. Die Kenntnifs des formellen Theiles dieses Umbildungsprozesses wird derselben ohne Zweifel ein willkommner Führer sein.

Die Umwandlung der Zellmembran in wachs- und harzartige Stoffe in dem Pollen der Orchideen und Asclepiadeen ist schwieriger der Beobachtung zugänglich wie die Bildung des Harzes in den krankhaft erweiterten Harzgefäfsen und Spalten des Holzes und die Entstehung des Wachses in der äufseren Wandung der Epidermalzellen des Palmenstammes (Klopstockia etc.).

Im normalen Entwickelungsgange der Pflanze hält die Erzeugung der Absonderungsstoffe dem Verbrauche derselben das Gleichgewicht, so auch in Bezug auf die Erzeugnisse der Harz- und Gummi-Gefäfse. Durch abnorme Ernährungsverhältnisse werden jedoch gewisse Absonderungsstoffe quantitativ, wie auch qualitativ vermehrt, oft ohne dadurch den ganzen Organismus in seiner Entwickelung bedeutend zu stören. Die Cultur vermehrt und verändert den Gehalt der Gewebe an Amylum, Zucker, Oel, Farbstoffen etc. wie sich krankhafter Weise die Absonderung des Bassorins und Arabins, des Balsames und Harzes etc. vermehrt, welche Veränderung gewöhnlich längere Zeit von dem Organismus ertragen wird und durch Wechsel in der Ernährungsweise des von der Krankheit befallenen Individuums wieder beseitigt werden kann.

Bei der krankhaften, durch abnorme Ernährung hervorgerufenen Vermehrung dieser Sekrete erzeugen sich dieselben, falls absondernde Gefäfse vorhanden sind, durch Umwandlung der Gewebe, welche diese zunächst umgeben oder, wenn mechanische Reize Ursache waren, in der Wirkungsweite dieser: so wie die normaler Weise entstehende Transformation der Zellenwandungen an gewisse Bildungscentra gebunden ist, sich von hier normal oder abnorm auf das benachbarte Gewebe ausbreitend. Es entstehen dadurch Lücken und Kanäle innerhalb des oft unveränderten Gewebes, angefüllt mit jenen Absonderungsstoffen, wie es im Kleinen die Oeldrüsen des Parenchymes zeigen, Kanäle, die in dem Stamme der Copaifera zuweilen einen Zoll im Durchmesser haben[1]).

[1]) Die sehr lehrreiche Abhandlung Mohl's über die Gewinnung des venetianischen Terpentins (bot. Zeit. 1859, S. 329) giebt uns einen vergleichenden Ueberblick über die Natur und Vertheilung der Harzbehälter der Abietinen, bei denen der Autor naturgemäfs von den senkrecht verlaufenden Harzkanälen die horizontalen, im Centrum der Markstrahlen entstehenden und die im Rindengewebe auftretenden, linsenförmigen Harzlücken sondert. Ueber den histologischen Werth der senkrechten, mit den Holzfaserbündeln zugleich auftretenden oder später gesetzmäfsig im Rindenparenchyme vertheilten Harzgefäfse habe ich mich schon pag. 176 ausgesprochen: diese entstehen durch Verflüssigung von Milchsaftfasern-ähnlichen Elementarorganen, in Folge welcher Resorption die Zellen, welche zunächst die bisher vorhandenen Fasern umgeben, zur Bildung des Balsames dienen, dem Zellgewebe der eigentlichen Harzlücken und der horizontalen Harzkanäle dann ähnlich. Auf diese histologische Entwickelung gestützt, gebrauchte ich zur Bezeichnung der verschiedenwerthigen Sekretionsbehälter die Bezeichnungen Faser, Gefäfs und Kanal. Letztere sind durch Resorption von Zellen, die Gefäfse durch Resorption von Fasern entstandene Intercellularräume. Die Fasern selbst, zu denen viele zur Zeit noch als Zwischenzellräume angesehene Elementarorgane gehören, (z. B. „Luftkanäle" genannten weiten Höhlungen im Parenchyme der Monocotylen) sind stets Zellen oder aus vereinigten Zellen entstanden, nie Zwischenzellräume.

Auf die Fähigkeit der verholzten Pflanzenzellen noch einmal in das Stadium der Funktion der Parenchymzellen zurückzukehren, habe ich pag. 177 aufmerksam gemacht; eine Thatsache, die durch Mohl später bestätigt und auch für andere Gewebezellen nachgewiesen wurde.

Auf der beigefügten Taf. I. Fig. 1 u. 2 sieht man gleichfalls deutlich, dafs sowohl in den Holzzellen, als auch in den Zellen der Markstrahlen des Holzes von *Pinus silvestris* der Resorption dieser Gewebe und der Umwandlung der Membranen in Harz eine Neubildung von Zellen vorhergeht; hier und dort finden sich, wie bei Fig. 1+ ganz dünnwandige Holzzellen, harzerfüllte Tochterzellen enthaltend.

Die gezeichneten Präparate Fig. 1 und 2 wurden mit Alkohol digerirt um den trüben, harzigen Saft aufzulösen, der das Gewebe durchtränkt. Von den die Oberfläche des Gewebes bildenden Zellen, welche vor der Berührung mit Alkohol porös verdickte Wandungen zeigten, sind nur sehr zarte, körnige z. Th. corrodirt erscheinende Membranen übrig geblieben. Ihre porösen Verdickungsschichten wurden verflüssigt. Von den dem Holze näher befindlichen Zellen sind die Formen noch vollkommen erhalten, die Masse ihrer Wandungen ist jedoch um den gröfsten Theil verringert. Einige Zellen sind auch überdies mit einem Balsamtropfen angefüllt (s. auch p. 288).

Die Umwandlung der Cuticula und der peripherischen Wandungen der Cuticularschichten der Klopstockia[1]) geben ein Bild der Entstehung des Wachses, welche ich an dieser Palme beobachtete.

Die Cuticula und die Epidermalzellen der Gipfelknospe zeigen an dieser Palme dasselbe physikalische und chemische Verhalten, wie diese Membranen an gleichnamigen Orten anderer Pflanzen.

Nach dem Abfall der Blätter treten an den peripherischen Wandungen der freigelegten Epidermalzellen Cuticularschichten auf, die sich in Aether lösen und an den älteren Stammtheilen abwärts bis 5^{mm} an Dicke zunehmen. Die Blattnarben des Stammes bleiben gänzlich frei von dieser Wachsschicht. Der chemischen Untersuchung dieses Wachses zufolge besteht es aus einem Gemenge von Wachs (C 78,9, H 12,7, O 8,3) und einem krystallisirbaren Harze (C 81, H 11, O 7), wie dies schon Boussingault für das Wachs des Ceroxylon angegeben hatte.

Die innersten Cuticularschichten der Epidermalzellen (Fig. 6), so wie auch die übrigen Theile dieser Letzteren lösen sich nicht in Aether oder Aetzkali. Die innerste Schicht jeder Zellwand zeigt noch eine schwache Cellulosereaction es ist ersichtlich, dafs die Umwandlung der Cellulose in Cuticularsubstanz und in die harzige Wachsschicht von Aufsen nach Innen an jeder Zelle vor sich geht. Die inneren Schichten des in Aether löslichen Stoffes sind auch in Alkohol etwas löslich, ebenso entzieht der Alkohol den nicht in Aether löslichen Theilen der Epidermalzellen einen Antheil ihrer Substanz, der sich auch nach längerer Maceration mit Glycerin aus derselben aussondert, ebenso wie dies an dem oben von Pinus beschriebenen Harz-bildenden Zellgewebe stattfindet. Es deutet dieses verschiedene chemische Verhalten der verschiedenen Schichten darauf hin, dafs das nächste Umsetzungsprodukt der cuticularisirten

[1]) H. Karsten *flora Columbiae* Tom. I. Taf. I. Meine aus Caracas gesammelten und abgesendeten Stammstücke, die mir nicht wieder zu Händen kamen, wurden mir durch die Güte meines Freundes Professor Schmarda durch andere ersetzt, die derselbe bei seiner Durchforschung der Wälder des Quindiu-Gebirges sammelte; diese dienten mir zur Anfertigung der Taf. I. gezeichneten Schnitte.

Epidermalzellwandung der harzartige Antheil des Wachses sei, der erst durch Einwirkung der Atmosphäre in das Wachs verändert werde. Hier ist es stets dieselbe Zellwand, die die Nahrungsflüssigkeit assimilirt und in ihren verschiedenen Schichten von Innen nach Aufsen in die verschiedenen chemischen Combinationen formt (ein anderweitig hinreichend erkanntes Faktum) — dort, bei dem Harz der Kiefer, fanden wir die Entstehung desselben von der gleichzeitigen Bildung endogener Zellen begleitet. Durch die Entwickelungsgeschichte der Cuticula habe ich pag. 203 nachgewiesen, dafs sie als Ausschwitzungsprodukt der Epidermalzellen nicht betrachtet werden könne.

Auch hier sehen wir die Hüllhaut, als eine in Alkohol und Aether unlösliche Membran das cambiale Gewebe der Gipfelknospe bedecken, welche, wenn auch schwierig, dennoch nach wiederholter Behandlung mit Chlorzinkjodlösung in den jüngsten Theilen Andeutungen der Cellulosereaction zeigt: an etwas älteren Theilen sich wie Cuticularsubstanz verhält und später, mit den äufsersten Schichten der Epidermialzellen verschmolzen, als harzartiges Wachs auftritt.

Fig. 6 und 7 stellt die äufserste Rindenschicht der Basis eines 60 Fufs hohen Stammes einer Wachspalme dar, der auch hier noch von der ursprünglichen mit Spaltöffnungen versehenen Epidermis bedeckt ist. Die cuticularisirten Schichten der Epidermis Fig. 7 sind von den eigentlichen Epidermalzellen Fig. 6 gesondert. Fig. 3 stellt einen Querschnitt durch die Epidermalzellen dicht oberhalb der etwas eingesenkten Spaltöffnungen (6*a*) dar, Fig. 4 einen correspondirenden Schnitt durch die Wachsschicht Fig. 7. In Fig. 5 ist eine Spaltöffnung mit dem angrenzenden Gewebe stärker vergröfsert; man sieht die centrale luftführende Zelle mit dem oberen und unteren Spalt (*a* und *a*), die ich in jener Arbeit über die Hüllhaut 1848 zuerst nachwies und die von den Pflanzenanatomen bisher als solche noch immer unbeachtet geblieben ist. Unter der Epidermis befindet sich ein Gewebe aus rundlichen, stark verdickten, porösen Zellen, deren äufsere Wandungen aus Lignin, deren innere, poröse aus Cellulose bestehen. Eine grofse luftführende Zelle, von zarthäutigen Zellen umgeben, befindet sich unter jeder Spaltöffnung; in sie mündet der untere Spalt derselben. Das Wachs befindet sich nur oberhalb der Epidermalzellen, nicht oberhalb der Spaltöffnungszellen, wie man aus Fig. 6 u. 7 sieht: jeder Spaltöffnungszelle entspricht ein cylindrischer Kanal (Fig. 7), den Epidermalzellen dagegen entsprechen genau die nebeneinanderstehenden Cylinder der Wachsschicht[1]). Diese Cylinder der Wachsschicht sind durch Flächen abgegrenzt, die an der peripherischen Seite zuweilen durch dünne Luftschichten von einander getrennt sind (Intercellularräume). Die Epidermalzellen enthalten eine klare Flüssigkeit; selten finden sich in einer oder der anderen derselben körnige Stoffe.

Die Annahme eines blofsen Ausschwitzen des harzartigen Körpers aus den Epidermalzellen wird durch diese Struktur der cuticularisirten Schichten nicht gerechtfertigt. Wollte man annehmen, der das Gewebe des Palmenstammes tränkende Saft enthalte den harzigen Stoff aufgelöst, der nun nach und nach an der Oberfläche als Rückstand des aus den Epidermalzellen durchgeschwitzten, verdunsteten Saftes

[1]) Da die Wachschicht sich kaum schneiden läfst, vielmehr gespalten wird, so ist es schwierig, dieselbe auf längere Strecken mit der Epidermis im Zusammenhange abzuscheiden; so gehört auch der gezeichnete Schnitt nicht zu der nebenliegenden Epidermis.

zurückbleibe, wie sonst wohl die Entstehung der Cuticula und der cuticularisirten Epidermalschichten gedacht wurde: so tritt hier durch die Wachsschicht, die die Verdunstung der Flüssigkeit hindern mufs, aus welcher sich an der inneren Seite dieser Wachsschicht die jüngste Cuticularschicht absetzen soll, eine unüberwindliche Schwierigkeit für diese Erklärungsweise entgegen; abgesehen davon, dafs sowohl die Entwickelungsgeschichte der Cuticula, als auch die oben angeführte Struktur der Wachsschicht selbst, einer solchen Annahme widerspricht.

Wäre das Wachs der Rückstand der verdunstenden Nahrungsflüssigkeit, so müfsten die Epidermalzellen und noch mehr die Zellen und Lufträume unter den Spaltöffnungen mit dem Wachse gänzlich angefüllt sein, denn diese Spaltöffnungen sind die einzigen Orte wo, nach der ersten Bildung der wachsartigen Cuticularschichten, eine Verdunstung stattfinden kann, ja man dürfte vermuthen, dafs sich das Sekret besonders oberhalb der Spaltöffnungen anhäufe. Diese Zellen des Spaltöffnungsapparates enthalten jedoch kein Wachs oder Harz; sie sind völlig leer.

Dafs sich auf den Blattnarben des Stammes kein Wachs findet, könnte man durch eine gröfsere Impermeabilität des hier entstandenen korkartigen Gewebes für die Nahrungsflüssigkeit erklären.

So schwierig es auch zur Zeit ist vom chemischen Standpunkte aus, diese von mir vorgeführte Bildungsweise der sauerstoffarmen Kohlenwasserstoffverbindungen aus der Cellulose und den verwandten Kohlenhydraten zu erklären: so lassen doch die dabei obwaltenden formellen Verhältnisse wohl keine andere Erklärungsweise zu. Es ist freilich auch diese Schwierigkeit nicht gröfser als die Erklärung der Cellulosebildung durch die Vereinigung von unbekannten organischen Verbindungen mit unorganischen Stoffen, der Kohlensäure oder dem Sauerstoffe.

Die Beantwortung dieser Frage ist aber von der gröfsten Wichtigkeit für die richtige Würdigung des Werthes dieser Absonderungsstoffe in Bezug auf den Organismus. Diejenigen, die die Zellenhäute durch Apposition, durch Niederschläge auf dieselbe sich verdicken lassen, erklären sich die Entstehung der Harze etc. als Edukte aus dem sich zerlegenden Pflanzensafte: sie verlegen, als Humoralphysiologen die ganze Organisationsthätigkeit in die Säfte des Organismus. Richtiger und weniger einseitig beurtheilen wir die organisirende Thätigkeit, meiner schon in „de cella vitali 1843" ausführlich erörterten Meinung nach, wenn wir neben den im Zellsafte (nicht in der allgemeinen Nahrungsflüssigkeit) vor sich gehenden Neubildungen von Sekretions- und Vegetationszellen (mit ihrem Inhalte) auch der Zellenwandung ihre schwer zu verkennende Assimilationsthätigkeit lassen, d. h. ihre Fähigkeit den durch Imbibition aufgenommenen allgemeinen Pflanzensaft zu zerlegen in einen zu ihrem eigenen Wachsthume zu verwendenden Antheil und einen zweiten mit ihrem flüssigen Inhalte sich mengenden.

Die genaueste Kenntnifs der Formveränderungen der Elementarorgane des Organismus mufs jedenfalls der Erklärung der chemischen Veränderungen derselben vorhergehen.

Das Geschlechtsleben der Pflanzen und die Parthenogenesis.

1860.

I.

Geschichtliches.

Die uralte Erfahrung, dafs gewisse Culturpflanzen nur Früchte und keimfähige Samen hervorbringen, wenn sie zu zweien beisammen wachsen, legte den ersten Grund zu der Lehre von dem Pflanzengeschlechte. Die Araber, in deren Schriften zuerst um das Jahr 900 nach Chr. auf dieses Verhältnifs aufmerksam gemacht wird, sahen darin eine der thierischen Natur zu vergleichende Erscheinung[1]). Die Kultur der Dattelpalme, der Pistacien, der Carica Papaya u. a. m. wiesen den Forschern den Weg zu der Erkenntnifs, welche Bedeutung der Pollen und das Pflanzenei mit seinem Inhalte für Samenbildung habe. Clusius[2]) war der erste Botaniker, der mit Bestimmtheit als männliche Pflanze der Carica Papaya die Staubfäden tragende bezeichnete, während er die Frucht tragende mit der schon im Volke üblichen Bezeichnung die weibliche nannte.

John Ray (Rajus)[3]) — welcher zuerst auf die gesetzmäfsige Beständigkeit in der Zahl der Keimblätter hinwies, die wir noch heute mit Jussieu als die Grundlage zur natürlichen Eintheilung des gesammten Gewächsreiches benutzen — kam durch zahlreiche Versuche und Beobachtungen zu dem Schlusse, dafs die Staubgefäfse der männlichen Pflanzen zur Keimbildung für die weiblichen unentbehrlich seien.

Die wissenschaftliche Begründung der Lehre vom Pflanzengeschlechte blieb jedoch unserem ausgezeichneten Landsmanne Rudolph Jacob Camerarius[4]), Professor in Tübingen, vorbehalten.

Camerarius gab durch seine Untersuchungen die Grundlage für das erste logisch durchdachte Pflanzensystem, welches dreifsig Jahre später Linné seinen Zeitgenossen übergab[5]).

Durch die Arbeiten Burcard's, Morland's, C. J. Geoffroy's, Bradley's, Vaillant's, Blair's und anderer Forscher waren die Geschlechtsverhältnisse der Pflanzen mannigfach beleuchtet, so dafs dem ordnenden Geiste des grofsen schwedischen Naturforschers durch jene die eigenen zahlreichen und treuen Beobachtungen ergänzt und vermehrt wurden. Schon er erkannte mit Bestimmtheit, dafs weibliche

[1]) Dieterici, die Naturwissenschaft und die Naturanschauung der Araber. 1860.

[2]) Curae poster. 1611, p. 42.

[3]) Rajus, Syllog. stirp. europaear. extr. Brit. nasc. 1694.

[4]) Camerar., epist. ad. Valent. de sexu plant. 1694 und De conv. plant. in fruct. 1699.

[5]) Exerc. de nupt. et sex. plant. 1729. Syst. nat. ed. I. 1735 u. Gen. plant. ed. I. 1737.

Pflanzen von Cannabis sativa, wenn sie sorgfältig vor dem Zutritte von Blumenstaub geschützt werden, keine Samen hervorbringen.

Tournefort's[1]) und Pontedera's[2]) auf ungenaue Beobachtungen gegründete Ansichten über den Werth und über die Bestimmung der Staubgefäfse vermochten nicht die von Linné und Dillenius[3]) entgegengehaltenen Thatsachen zu entkräften.

Needham's[4]) und Gleichen's[5]) Untersuchungen über die Strukturverhältnisse des Pollens und der Narbenpapillen, so wie Kölreuter's[6]) gelungene Versuche, Bastarde durch Bestaubung der Narbenpapillen mit dem Pollen anderer Pflanzenspecies zu erzeugen, gaben der Lehre vom Pflanzengeschlechte sehr wichtige Stützen.

F. J. Schellver's[7]) und Henschel's[8]) wenig genaue Beobachtungen waren unzureichend, das durch Camerarius, Linné, Kölreuter und die Uebrigen gewonnene Resultat zu verdächtigen.

Die Lehre von der Geschlechtlichkeit der Pflanzen trat in ein neues Stadium durch die Arbeiten der vorzüglichsten Anatomen unseres Jahrhunderts. Nachdem im Jahre 1823 zuerst durch Amici[9]) die Verlängerung der sekundären Zelle des Pollens beobachtet war, sah Brongniart[10]) bei vielen Pflanzen ähnliche Schläuche aus dem auf der Narbe befindlichen Pollen hervorwachsen und auch aus dem Eimunde entsprechende Schlauchenden hervorragen. Letztere hielt er freilich nur für Zuleitungsröhren (tubes conducteurs), durch welche der befruchtende Inhalt des Pollenschlauches, den er mit Needham in dem leitenden Zellgewebe des Griffelkanales platzen liefs, dem im Inneren des Pflanzeneis enthaltenen von Malpighi[11]) entdeckten Embryosack zugeführt werde. Amici verfolgte darauf diese Pollenschläuche wie aus der von Mirbel[12]) gegebenen Mittheilung erhellt, von dem Pollenkorn durch das leitende Zellgewebe des schon 1675 bei Monocotyledonen von Malpighi gesehenen Griffelkanales und des Fruchtknotens bis zu der von Grew 1671 am Samen entdeckten kleinen Oeffnung, Eimund — seit Turpin allgemein Micropyle genannt, — in welche ihn dieser gewissenhafte Forscher selbst eindringen sah. So wurde durch ihn die schon von Samuel Morland[13]) angeregte Idee bewahrheitet, dafs der Pollen durch den Griffelkanal bis in den Eierstock hinabsteige und in die Mikropyle des Pflanzeneies eintrete. Darin fand die von Richard[14]) 1811 mitgetheilte Beobachtung,

[1]) Institutiones in rei herb. 1700. Isagoge pag. 60.

[2]) Anthologia 1720 cap. 14. 15. 16.

[3]) Miscell. Act. Nat. Cur. V. VI.

[4]) New microscopical observations. London 1745.

[5]) Gleichen, mikroskopische Entdeckungen. 1781.

[6]) Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen. 1761, 1763, 1764 und 1766.

[7]) Kritik der Lehre von dem Geschlechte der Pflanzen. Heidelberg 1812.

[8]) Von der Sexualität der Pflanzen. Breslau 1820.

[9]) Mem. di Soc. Ital. tom XIX. pag. 253—257.

[10]) Mem. sur la génération et le développement de l'Embryon etc. Paris 1827.

[11]) Anatome plantar. 1675. pag. 80.

[12]) Annales des Sc. nat. tom. 21. pag. 331.

[13]) New observations upon the parts and use of the flower in plants. (Philos. Transact. 1703, p. 1477.)

[14]) Mem. de l'Instit. p. 19—22. Taf. 4. Fig. 2.

dafs Fäden in die Samenknospen der Blyxa Auberti hineinwachsen, ihre angemessene Erläuterung.

Robert Brown[1]) wiederholte und bestätigte in den Jahren 1831 bis 1833 die Entdeckung Amici's in ihrer ganzen Ausdehnung für die Familien der Orchideen und Asklepiadeen.

Ganz richtig erklärte schon Amici die Verlängerung der inneren Pollenhaut, die gewöhnlich als blofse Ausdehnung angesehen wird, für einen Wachsthumsprocefs auf Kosten der Flüssigkeit, welche von dem leitenden Zellgewebe erzeugt wird. Dieses in die Samenknospe eingedrungene Ende des Pollenschlauches wurde von Schleiden[2]) bis in das Gewebe derselben hinein verfolgt, und er glaubte an einer grofsen Anzahl von Pflanzen die erste Entstehung der Embryoanlage innerhalb dieses eingedrungenen Pollenschlauches gefunden zu haben.

Horkel[3]), Wydler[4]) und zum Theil Meyen[5]) traten der Ansicht Schleiden's bei, und Schacht[6]) lieferte in seiner grofsen vom königlich niederländischen Institute gekrönten Preisschrift die zahlreichsten Belege für die Richtigkeit der Schleiden'schen Entdeckung. Mehrfache von mir angestellte Versuche und Untersuchungen[7]) liefsen mich auf Seiten dieser Forscher treten, obgleich ich[8]) die Ansicht Brongniart's und Meyen's im Allgemeinen für richtig hielt, dafs nur die Vereinigung des Inhaltes der beiden heterogenen Zellen, des Pollens nämlich und des Embryosackes, nöthig sei, um je nach der Diffusionsfähigkeit der betreffenden Häute bald im Pollenschlauche, bald im Embryosacke oder durch Vereinigung dieser beiden histologischen Elemente die Entstehung des neuen Individuums zu veranlassen.

Inzwischen hatte nämlich schon Griffith[9]) im Jahre 1835 zu Kalkutta an Santalum album und an Osyris das Auswachsen des Embryosackes in der Form eines längeren oder kürzeren Schlauches an dem nackten Knospenkern hervor bis an den Samenträger gesehen. In diesem freiliegenden Schlauchende entstand die Keimpflanze nur in Folge der Berührung der Pollenschläuche. Bei Viscum dagegen schien ihm der Keimling im Pollenschlauche zu entstehen.

Im Jahre 1846 sprachen sich Amici[10]), Mohl[11]) und Hoffmeister[12]) entschieden für die Ansicht aus, dafs der Pflanzenkeim überall nicht im Pollenschlauche, sondern durch Vergröfserung einer in der Embryosackflüssigkeit frei schwimmenden Zelle entstehe, nachdem der Pollenschlauch sich bis in die Nähe derselben verlängert habe.

Nachdem diese verschiedenen Meinungen von verschiedenen tüchtigen Be-

[1]) Linnean Transact. vol. XVI. p. 742. 1833. Supplementary observ. etc. p. 3.

[2]) Mitgetheilt von Horkel im Monatsbericht der Berl. Akademie 1836 und Wiegmann's Archiv 1837.

[3]) Monatsbericht der Berl. Akad. der Wissensch. 1836.

[4]) Bibliothèque universelle de Genève. 1838.

[5]) Physiologie. 1839. Bd. 3. pag. 183.

[6]) Entwickelungsgeschichte des Pflanzenembryon. 1850.

[7]) H. Karsten, Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Loranthaceen 1852 und oben p. 216; ferner: Ueber die Stellung einiger Familien parasitischer Pflanzen im nat. Systeme. Nova acta vol. 26. p. 11.

[8]) H. Karsten, Vegetationsorgane der Palmen. 1847. p. 2 und oben pag. 81.

[9]) Ann. des Scienc. Tom. XI. 1843 und: Transact. of the Linn. soc. vol. XIX. p. 205.

[10]) Botanische Zeitung Spalte 364.

[11]) Ebend. Sp. 465.

[12]) Ebend. Sp. 705.

obachtern geltend gemacht worden waren, gab auch Schleiden[1]) die Möglichkeit der von Brongniart zuerst ausgesprochenen Ansicht zu, dafs in manchen Fällen der Keimling durch die Copulation des Pollenschlauches mit einem präexistirenden Embryobläschen entstehen möchte, während die letztgenannten Forscher, so wie später Radlkofer[2]) und endlich auch Schacht[3]), seit seinen auf Madeira an Gladiolus segetum gemachten Beobachtungen, sich für ausschliefsliche Richtigkeit der Amici-Mohl'schen Ansicht in Betreff der Embryobildung aussprachen.

Keiner von allen diesen Anatomen bestritt das von Camerarius und Linné aufgestellte Theorem, die geschlechtliche Entstehung der Pflanzen betreffend. Nur darin waren die Meinungen verschieden, ob ausschliefslich im Embryosacke oder ausschliefslich im Pollenschlauche oder nach Art der Copulation der Conferven aus beiden Organen vereinigt die Anlage zu einem neuen Individuum entstehe. Die grofse Mehrzahl der Botaniker neigt sich jetzt freilich der Ansicht zu, dafs nur das im Embryosacke enthaltene Keimbläschen die Grundlage zu dem jungen Pflanzenkeim gebe, niemals die Pollenzelle, die durch ihren Inhalt nur befruchtend auf jenes einwirke.

Auch die von Linné noch vorsichtig Kryptogamen genannten Pflanzen wurden inzwischen meistens als Phanerogamen erkannt, seitdem Sumiński[4]) 1848 durch Beobachtung der Farrnprothallien zuerst nachgewiesen hatte, dafs diejenigen Organe, welche schon Hedwig an Moosen richtig als Antheren und Pistille gedeutet hatte, bei den Farrn wirklich deren Funktion ausüben*), und seitdem ich aus Venezuela im Jahre 1850 an Herrn Ehrenberg, als den Secretair der Berliner Akademie, die erste Befruchtungsgeschichte einer Alge[5]) übersandt hatte, welche die Vermuthung Nägeli's über die geschlechtliche Natur der von Vaucher schon gesehenen beiden verschieden gestalteten Aeste bestätigte.

Diese beiden Beobachtungen lehrten zugleich die extremen Formen des bei den Kryptogamen vorkommenden Befruchtungsorganes kennen: in dem einen Falle nämlich den der Exine des Pollens zu vergleichenden Bewegungsapparat, in dem anderen die der Intine des Pollens zu vergleichende Zelle vorherrschend entwickelt. In beiden Fällen jedoch ist letztere als das eigentlich befruchtende Organ stets vorhanden: von vielen Beobachtern freilich übersehen, indem diese bei den Zellenkryptogamen für einen integrirenden Theil des die Bewegung vermittelnden Spiralfadens gehalten wurde oder weil man bei den Gefäfskryptogamen Spiralfäden beobachtete, von denen die befruchtende Zelle abgerissen war.

Dafs die von Vaucher[6]) schon beschriebene Copulation der Spirogyren als die einfachste Form eines Befruchtungsprocesses zu betrachten sei, wie dieselbe als

[1]) Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. 1850.

[2]) Die Befruchtung der Phanerogamen. 1856.

[3]) Monatsbericht der Berl. Akademie. 1856.

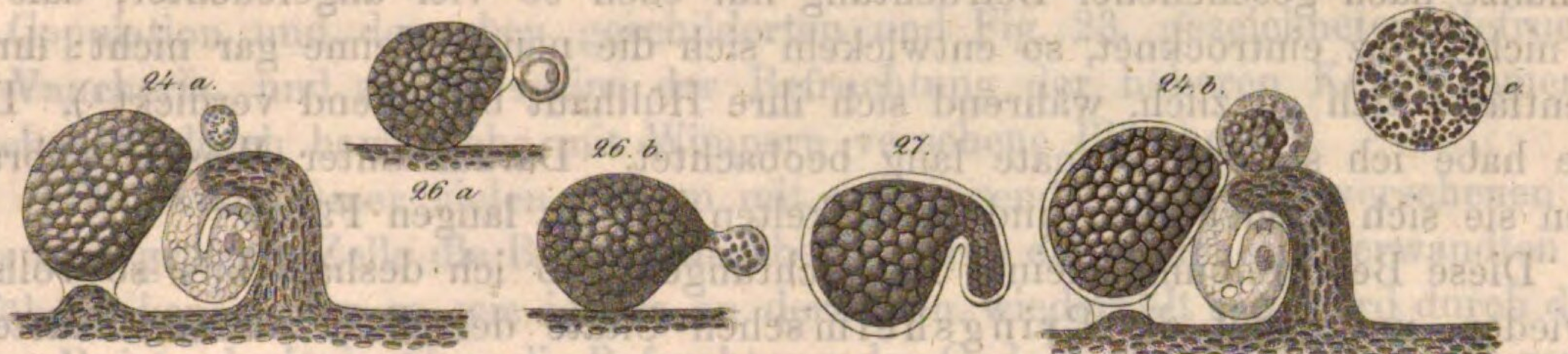
[4]) Leszczyc-Sumiński, Entwickelungsgeschichte der Farrnkräuter. Berl. 1848.

*) Hoffmeister äufsert sich dagegen in einer an Unbegreiflichkeiten reichen, wie es scheint, für Laien geschriebenen Kritik (Zarnke's literarisches Centralblatt 1861 pag. 126): „Der Nachweis der Uebereinstimmung der betreffenden Organe, von entscheidendem Einflusse auf unsere Erkenntnifs der Fortpflanzung der Kryptogamen, ist nicht das Verdienst Suminski's, der nirgends eine Andeutung davon ausgesprochen hat; bei seiner durchaus irrthümlichen Vorstellung von Entwickelung und Bau der „Eichen“ des Farrnprothallium auf einen solchen Gedanken gar nicht kommen konnte etc.“

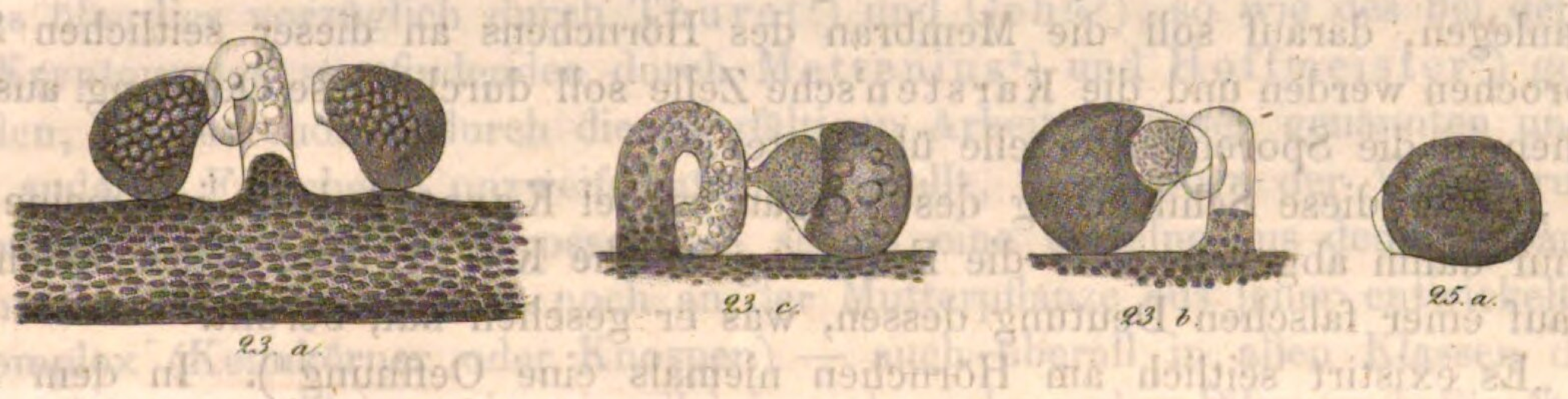
[5]) Vergl. Karsten, die Fortpflanzung der Conferva fontinalis L. Bot. Zeitung 1852. Februar. u. oben p. 230.

[6]) Histoire des Conferves 1803. p. 37.

solche auch jetzt von der Mehrzahl der Botaniker angesehen wird, lehrten überdies meine Beobachtungen an der Vaucheria auf's deutlichste. Aufser jenem Falle, wo die Befruchtung des nackten Archegoniums durch eine freie kugelige Zelle (Fig. 24*a.*)



erfolgt, die aus der geöffneten Spitze des Antheridiums, in welchem sie entstanden ist, hervortritt, sich an das Archegonium anschmiegt und nach einiger Zeit mit demselben verwächst, so dafs beide vereint die Grundlage des neuen Individuums bilden, beobachtete ich nämlich öfter[1]), „dafs sich die Spitze der Absonderungszelle dicht



an den gekrümmten Ast anlegt (Fig. 23*a.*), worauf an der Berührungsstelle die Hüllhaut des gekrümmten Astes resorbirt wird und die in derselben befindliche, mit farblosen, schleimig-körnigen Stoffen erfüllte Zelle sich in die Absonderungszelle selbst hinein begiebt; und zwar sah ich einmal deutlich (was ich Fig. 23*c.* zeichnete), dafs hierbei die Häute der Absonderungszelle nach Innen geschoben waren, indem der in ihr befindliche Absonderungsstoff vermindert und der eingedrungenen Zelle gewichen war."

„So leicht dieser ganze Befruchtungsvorgang zu übersehen ist, so ist doch die Frage nach dem Verhalten der Haut der Absonderungszelle ohne Vorbereitungen in dem natürlichen Zustande der Pflanze eben so schwierig zu beobachten, wie dasjenige des Embryosackes bei den zusammengesetzten Pflanzen. Ich brachte es hier dadurch zur Erscheinung, dafs ich die in der Vereinigung befindlichen Zellen eintrocknen liefs, wodurch sich der gefärbte Stoff, welcher die innere Wandung der Absonderungszelle bedeckt, aus der durch die eingedrungene Zelle angefüllten Spitze zurückzog. (Fig. 23*b.* und *c.*)."

„Nach beendigter Befruchtung hat die Absonderungszelle (das Archegonium) wieder das Ansehen, wie vor derselben, nur dafs bei durchscheinendem Lichte (25*a.*) die neu hinzugekommene Zelle bräunlich gefärbt in der Mitte zu erkennen ist."

„Das Ergebnifs der beiden verschiedenen Formen der Vereinigung des Inhaltes der gekrümmten (Antheridium) und der eiförmigen (Archegonium) Astzelle ist

[1]) H. Karsten, Bot. Zeitung 1852. pag. 111; und pag. 239.

also das gleiche Produkt; es ist der Keim einer jungen Pflanze, der entweder sogleich oder sobald ihm die nothwendigen Bedingungen gegeben werden, zu einem einfachen oder sehr wenig verästelten Schlauche sich ausbildet. Hält man nämlich die Pflanze nach geschehener Befruchtung nur eben so viel angefeuchtet, dafs dieselbe nicht ganz eintrocknet, so entwickeln sich die neuen Keime gar nicht: ihr Inhalt entfärbt sich gänzlich, während sich ihre Hüllhaut bedeutend verdickt[1]). Diese Keime habe ich so drei Monate lang beobachtet. Darauf unter Wasser gebracht, färbten sie sich wieder grün und entwickelten sich zu langen Fäden."

Diese Beschreibung meiner Beobachtungen gab ich deshalb hier so vollständig wieder, um damit die Pringsheim'schen Citate derselben zusammenzustellen, durch die schon verschiedene jüngere Schriftsteller, welche sich nicht die Mühe gaben, die Originalangaben zu vergleichen, irre geführt wurden[2]).

Pringsheim, der bekanntlich die von mir in der Colonie Tovar bei Caracas beobachtete Pflanze nicht kennt, sondern andere sehr ähnliche Pflanzen untersuchte, sagt, indem er meine Angaben citirt[3]):

„Es soll erstens die Spitze der Sporenmutterzelle sich seitlich an das Hörnchen anlegen, darauf soll die Membran des Hörnchens an dieser seitlichen Stelle durchbrochen werden und die Karsten'sche Zelle soll durch diese Oeffnung aus dem Hörnchen in die Sporenmutterzelle übertreten."

„Ueber diese Schilderung des Vorganges bei Karsten kann ich meine Meinung nur dahin abgeben, dafs die Erklärung welche Karsten zu dieser Zeichnung giebt, auf einer falschen Deutung dessen, was er gesehen hat, beruht."

„Es existirt seitlich am Hörnchen niemals eine Oeffnung[4]). In dem Falle, welchen die Karsten'sche Zeichnung darstellt, berührte, wie dies häufig geschieht, häufig aber auch nicht geschieht, das Hörnchen zufällig die Sporenmutterzelle; aber das Hörnchen war hier sogar völlig, auch noch unten geschlossen, und es war überhaupt noch nichts aus dem Hörnchen herausgetreten, wie die Zeichnung Karsten's, in welcher das Hörnchen noch mit Inhalt gefüllt erscheint, es in der That richtiger als seine Deutung darstellt."

Hierzu kopirt Pringsheim[5]) die Fig. 23 *c.*, läfst aber wohlweislich die Fig. 23 *b.* weg, welche das entleerte Antheridium darstellt und seine entstellte Wiederholung meiner Angabe sogleich Lügen strafen würde*).

Pringsheim selbst, der später Beobachtungen über die Befruchtung der Oedogonien, Bulbochaeten und Saprolegnien machte, hatte das Schicksal, meine über die Vaucherien gegebenen Darstellungen durch analoge Verhältnisse, die er an Saproleg-

[1]) Loc. cit. pag. 112. Aehnlich dem von Cohn später beobachteten Encystiren der einzelligen Algen, und den von Itzigsohn beschriebenen Encystosen.

[2]) Radlkofer, Befruchtungsprocefs 1857. pag. 20. Bary, Bot. Zeitung 1858.

[3]) Zur Kritik und Gesch. der Unters. über Algen pag. 27.

[4]) Allerdings präexistirt niemals eine Oeffnung an diesem Organe, weder an der Seite noch an der Spitze desselben. Niemad hat dies jemals behauptet, und Pringsheim's Widerlegung ist daher gänzlich überflüssig. Wenn Pringsheim die Resorption der beiden sich berührenden Zellwände nicht sah, so ist entweder Mangel an Ausdauer in der Beobachtung die Ursache oder den von ihm beobachteten Pflanzenspecies fehlt überhaupt diese Befruchtungsweise.

[5]) l. cit. pag. 29—33.

*) Pringsheim „Jahrbücher 1860" und Schenk „Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift 1861" lassen diesen eigentlichen Vorwurf gänzlich unberücksichtigt, indem sie die Vertheidigung versuchen.

nien fand, bestätigen zu müssen. Auch an Saprolegnien findet sich — falls Pringsheim's Angaben über eigene Beobachtungen glaubwürdiger sind als seine Citate aus den Schriften Anderer — ein ähnlicher doppelter Befruchtungsvorgang: einmal durch Vermischung des heterogenen Inhalts zweier benachbarter Aeste, — zu vergleichen der Copulation und der oben geschilderten und Fig. 23. gezeichneten Befruchtung der Vaucheria, und zweitens eine der Befruchtung der höheren Kryptogamen entsprechende, durch bewegliche mit Wimpern versehene Bläschen.

Dafs statt dieser vielen kleinen mit schwingenden Wimpern versehenen Zellen auch eine gröfsere Zelle dle Befruchtung bei anderen der Vaucheria verwandten Algen ausführen kann, ganz so wie ich es an derselben wiederholt sah, wird durch die Angaben Pringsheim's über die Befruchtung der Oedogonien wahrscheinlich gemacht.

Pringsheim sieht in diesen verschiedenen Befruchtungsweisen Gattungsverschiedenheiten ausgedrückt; ich begnügte mich 1850 damit, dieselben als durch Ernährungsverhältnisse bedingte Formverschiedenheiten dieses Vorganges an ein und derselben Species zu erklären.

Nachdem die Kenntnifs des bei den Algen vorkommenden Befruchtungsprocesses überdies vorzüglich durch Thuret[1]) und Cohn[2]), so wie des bei den höheren Kryptogamen stattfindenden durch Mettenius[3]) und Hoffmeister[4]) gefördert worden, war es endlich durch die sorgfältigen Arbeiten dieser genannten und mancher anderen Forscher[5]) unzweifelhaft festgestellt, dafs neben der Vermehrung der Pflanzenindividuen durch Sprossen, — sei es eine einzelne aus dem Verbande getrennte Gewebezelle oder ein noch an der Mutterpflanze aus jener entwickelter Zellencomplex (Keimkörner oder Knospen) — auch überall in allen Klassen des Gewächsreiches, zur Zeit noch mit alleiniger Ausnahme der Pilze und Flechten, ein geschlechtlicher Fortpflanzungsprocefs zur Erhaltung der typischen Form der Art vorkomme.

Ja selbst bei den Flechten und Pilzen waren durch Ehrenberg Befruchtungserscheinungen[6]) gesehen und vermuthet[7]), so wie später bei den Flechten durch Itzigsohn[8]) und Rabenhorst[9]), bei den Pilzen durch Tulasne[10]) Körperchen entdeckt, welche die Funktion der Antherozoiden ausführen sollten.

Auch ich machte eine Beobachtung des Befruchtungsvorganges an einer Flechte, welche die Vermuthung, dafs auch bei diesen einfachsten Organismen ein geschlechtlicher Akt stattfindet, zu bestätigen geeignet ist und die ich weiter unten mittheilen werde.

Diese verschiedenen Beobachtungen des Befruchtungsprocesses bei den Kryptogamen machen zugleich ersichtlich, dafs der Mechanismus desselben, d. h. die Art

[1]) Ann. des sciences 1851 und Mém. de la societé des scienc. natur. de Cherbourg 1853.
[2]) Nova acta vol. XXIV. (1854). Monatsbericht der Kgl. Akad. Berl. 1855.
[3]) Beiträge zur Botanik. 1850.
[4]) Vergleichende Untersuchungen der höheren Kryptogamen. 1851.
[5]) S. die Literatur bei Radlkofer: „Der Befruchtungsprocefs im Pflanzenreiche.“
[6]) Verhandlungen der naturforschenden Freunde. I. 91. Taf. 2, 3.
[7]) Horae physicae. p. 120. H. 27.
[8]) Bot. Zeitung 1850. p. 393 und 916.
[9]) Bot. Zeitung 1851. p. 153.
[10]) Ann. des sciences nat. 3e sér. tom. XV. 1851. p. 370 und tom. XVII. 1852. p. 5 und 153.

und Weise der Annäherung zweier heterogener Zellen, aus deren Vereinigung das neue Individuum einer jüngeren Generation entsteht, um so mehr variirt, je einfacher der Bau der vegetativen Organe ist. Ob die den befruchtenden Stoff enthaltende Zelle (Pollen, Antherozoid, Spermatozoid etc.) mit einem Bewegungsorgane versehen ist oder nicht, das ist für den Befruchtungsakt selbst ohne Belang.

Die in Opposition gegen die Linné'sche Lehre aufgestellten Behauptungen Spallanzani's, Henschel's, Schelver's, Bernhardi's und der Uebrigen, dafs das Pflanzenei im regelmäfsigen Falle freilich durch die Pollenzelle zur Einleitung einer Neubildung von Zellen als Anfang des neuen Pflanzenkeimes angeregt werde; dafs jedoch in gleicher Weise auch ohne den befruchtenden Einflufs des Pollens im Pflanzenei ein neuer Keim sich bilden könne: diese auf ungenaue Beobachtungen sich gründende Theorie schien durch die exacte Forschung gänzlich beseitigt.

Doch der Hang zum Glauben an das Wunderbare und das Bestreben gewisser Personen, der herrschenden oder beliebten religiösen Richtung zu schmeicheln, liefsen auch dieses durch das vereinte fleifsige Studium vieler Forscher gewonnene Resultat nicht unangefochten.

Eine von Smith im Jahre 1841[1]) veröffentlichte Bemerkung nämlich, dafs er an der im Garten von Kew cultivirten Caelebogyne keine männlichen Blumen beobachtet habe und dafs diese Pflanze dennoch keimfähige Samen hervorbringe, veranlafste Naudin[2]) zur Wiederholung der Spallanzani'schen Beobachtungen an Cannabis und Mercurialis, und er glaubte durch die Bildung keimfähiger Samen an isolirten weiblichen Exemplaren dieser Pflanzen, so wie an einer im Freien gewachsenen weiblichen Bryona dioica sich berechtigt, leugnen zu können, dafs die Befruchtung des Pflanzeneies zur Erzeugung eines normalen Keimes nothwendig sei.

Diese Angaben Naudin's benutzte darauf Radlkofer[3]), angeregt durch Siebold's[4]) Beobachtungen der Entwickelungsfähigkeit unbefruchteter Bienen- und Schmetterlings-Eier, zur Aufstellung seiner Lehre von der Parthenogenesis der Pflanzen, indem er nicht bedachte, dafs die den Pflanzen gesetzmäfsig zukommende Knospenbildung und die abnormer Weise eintretende, der Knospenbildung analoge Entwickelung des Pflanzeneies längst bekannte Erscheinungen sind, die dem Lebendiggebären der Blattläuse und Trematoden, so wie der Entwickelung unbefruchteter Insekteneier entsprechen.

Von vorgefafster Meinung eingenommen, liefs er es zugleich aufser Acht, dafs Naudin an polygamen Pflanzen seine Beobachtungen angestellt hatte, die natürlich jedem Besonnenen den Gedanken nahe legen mufsten, dafs eine versteckte männliche Blume oder ein in der weiblichen Blume gebildetes Staubgefäfs den Beobachter getäuscht habe.

Die Smith'schen Beobachtungen an Caelebogyne schienen für Radlkofer überdies ein hinreichender Beweis für seine Idee der Pflanzenparthenogenesis zu sein.

Eigene während einer Durchreise durch Kew an der Caelebogyne angestellte

[1]) Transact. of the Linn. Soc. vol. XVIII.

[2]) Bulletin de la soc. bot. de France. Tome XII.

[3]) Zeitschr. f. Zoologie von Sieboldt und Kölliker. 1857. Und: Ueber das Verhältnifs der Parthenogenesis zu anderen Fortpflanzungsarten. 1858.

[4]) Wahre Parthenogenesis. 1856.

Untersuchungen des Fruchtknotens dieser Pflanze, bei denen eine Pollenzelle auf der Narbe erkannt wurde, waren nicht hinreichend, den Gedanken an einen Fehlschlufs in ihm aufkommen zu lassen.

Aehnlich wie Radlkofer erging es Braun, der durch Deeke in demselben Jahre die Fruchtknoten der im Berliner botanischen Garten cultivirten Caelebogyne untersuchen liefs. Obgleich Deeke hierbei den normalen Befruchtungsvorgang eines Keimbläschens im Embryosacke der Caelebogyne nachwies, glaubte Braun sich dennoch berechtigt, seine Ideen einer Parthenogenesis der Pflanzen der Berliner Akademie vortragen zu dürfen[1]).

Ueberdies unterstützte Braun diese Hypothese durch die oben angeführten Resultate Henschel's und früherer Beobachter, so wie durch die Erfahrung des selteneren Vorkommens der männlichen Pflanzen von Chara crinita, der er deshalb ohne Weiteres gleichfalls eine parthenogenetische Fortpflanzung zuerkannte.

Dafs die von Naudin wiederholten Beobachtungen der Fntwickelung unbefruchteter Samenknospen von Cannabis und Mercurialis, so wie die früher gleichfalls von Spallanzani, Lecoq u. A. m. behauptete ähnliche Entwickelung der Ovula von Spinacia unzuverlässig seien, ging aus den von Regel[2]) und Schenk[3]) angestellten Beobachtungen hervor.

Einerseits wurden von Regel neben den weiblichen Blumen stets männliche auf derselben Pflanze beobachtet; andererseits wurde durch Schenk's treffliche Versuche, mit Regel übereinstimmend, die Idee der Bildung eines keimfähigen Samens ohne Einwirkung von Pollen auf das Pflanzenei nicht bestätigt. Beide Beobachter kamen darin überein, dafs von allen als parthenogenetisch angegebenen Pflanzen allein die Caelebogyne, welche ihnen für die Beobachtung nicht zugänglich war, eine Ausnahme von dem sonst allgemein gültigen Gesetze machen könne: dafs die Samenknospe nur nach erfolgter Befruchtung zum keimfähigen Samen werde. Schenk war überzeugt von dem Vorkommen dieses Ausnahmefalles, indem er sich auf die Autorität Braun's verliefs, der die Caelebogyne lange Zeit auf das Scrupulöseste in seinem Zimmer untersucht zu haben vorgegeben hatte; Regel, unbefangener urtheilend, schenkte den isolirt dastehenden Angaben Braun's und Radlkofer's nicht so unbedingten Glauben.

Diese beiden sorgfältigen Beobachter würden sich mit Leichtigkeit von der Grundlosigkeit der Radlkofer-Braun'schen Hypothese überzeugt haben, wenn ihnen eine blühende Pflanze der Caelebogyne zu untersuchen vergönnt gewesen wäre.

Der Wahn, aus dem Baue der normal gebildeten männlichen Blume, die Unmöglichkeit des Vorkommens einer hermaphroditen Blume bei Caelebogyne erkennen zu können, machte beide Beobachter blind für die verhältnifsmäfsig bedeutend grofsen Staubgefäfse, die in der That nicht selten im Grunde des Kelches der weiblichen Blume sich entwickeln, wie ich dies seit zwei Jahren im Berliner botanischen Garten zu beobachten Gelegenheit hatte[4]).

Dafs Radlkofer die hermaphroditen Blumen der Caelebogyne nicht auffand,

[1]) Ueber Parthenogenesis bei Pfl. Abhandl. der Akad. der Wissensch. Berl. 1857.

[2]) Bot. Zeitung 1858.

[3]) Würzburger Zeitschrift 1860.

[4]) Etwa die fünfte Blume ist eine Zwitterblume.

läſst sich durch die Flüchtigkeit seiner Beobachtung während der Reise, wenn auch nicht entschuldigen, doch wenigstens erklären. Der noch auf der Narbe vorgefundene Pollen hätte ihn vorsichtig machen müssen, falls es ihm die um Erkenntniſs der Wahrheit und nicht bloſs um die Herstellung einer schriftstellerischen Arbeit durch die Scheinbegründung einer vorgefaſsten Meinung zu thun war. Wenn aber auch Braun während jahrelanger[1]) Beobachtung der betreffenden Pflanze und nachdem durch Deeke der befruchtende Pollenschlauch am Embryosacke nachgewiesen war, es nicht erkannte, daſs während des ganzen Sommers, vom Anfange des Mai bis Ende August, Zwitterblumen an der Caelebogyne durchaus nicht selten sind, so ist das ganz unbegreiflich.

II.

Caelebogyne. J. Sm.

Die in dem Berliner botanischen Garten vom Mai bis zum August an der C. ilicifolia beobachteten Zwitterblumen waren sämmtlich Monandristen. Das einzige entwickelte Staubgefäſs[2]) steht an der peripherischen Seite der Blume; es wechselt nach Auſsen mit dem unteren ersten und dem benachbarten vierten Kelchblatte, nach Innen mit zwei Fruchtblättern. Zuweilen findet sich ein zweites, gleichfalls mit zwei Fruchtblättern alternirendes, dem dritten Kelchblatte fast gegenüberstehendes, verkümmertes Staubgefäſs. Die Staubgefäſse sind auf dem Blumenboden angeheftet; das Vollkommene hat die Länge der Kelchblätter und besteht aus einem cylindrischen, aufsteigenden, dann nach Auſsen gekrümmten, dicken, fleischigen Faden, der sich allmälig verbreitert in das nach Auſsen frei liegende Mittelband; diesem ist ein ovaler, nierenförmiger, mit einem über dem Scheitel verlaufenden Spalt sich öffnender, orangegelb gefärbter Staubbeutel angeheftet. Die bei der ersten Anlage getrennt auftretenden, parallelen Fächer flieſsen schon während der ersten Entwickelungsstadien ineinander, wenn noch das ganze Staubgefäſs innerhalb des Kelches verborgen und der Pollen gänzlich unentwickelt ist.

Braun, der Stücke eines männlichen Blüthenstandes zu untersuchen Gelegenheit hatte, welcher im Herbarium zu Kew, als der Caelebogyne angehörend, aufbewahrt wird, beschreibt die Staubbeutel[3]) als „länglich, aus zwei oben und unten sich berührenden, in der Mitte durch das Connectiv etwas gesonderten Hälften bestehend, auf der Auſsenseite stärker gewölbt, auf welcher Seite sich auch die zum Aufspringen bestimmten Längsfurchen befinden.“

Diese Beschreibung der Staubbeutel der Caelebogyne der Hooker'schen Sammlung könnte Zweifel erregen, ob wirklich der von Braun beschriebene männliche Blüthenstand der C. ilicifolia angehöre, wenn nicht der hauptsächlichste Widerspruch

[1]) Während des Druckes dieser Zeilen erhalte ich von Herrn Prof. Braun seinen eben erscheinenden „Nachtrag zu der Abhandlung über Parthenogenesis bei Pflanzen, — Polyembryonie und Keimung von Caelebogyne.“ Aus den Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berl. 1859. Gedruckt 1860.

In diesem Werke giebt Braun pag. 197 noch weitere Zeugnisse für die Parthenogenesis, ohne auf dieselben besonderes Gewicht zu legen. Es blieb also bisher die Hauptstütze der Parthenogenesis der Pflanzen die Caelebogyne.

[2]) Man vergl. Taf. I.

[3]) l. c. pag. 332.

der Braun'schen Beschreibung mit den von mir an den Exemplaren des Berliner botanischen Gartens beobachteten Staubbeuteln, nämlich die Abweichung in der Form derselben, glücklicher Weise durch die beigefügte Zeichnung Braun's gehoben würde. Braun beschreibt nämlich den Staubbeutel länglich, oblong, während ich ihn oval nennen mufs, wenn ich nach den von Linné gegebenen und von allen besseren Autoren gebrauchten Begriffsbestimmungen die Form derselben bezeichne und wie er auch in der That von Braun[1]) dargestellt wird[2]).

Auch die Anheftung des Staubfadens an den Staubbeutel wird von Braun anders beschrieben, als ich dieselbe fand und oben schilderte, indem er sagt, das sehr kurze Filament sei mit der Innenseite des Connectivs articulirt verbunden. Findet dies Verhältnifs wirklich statt und ist nicht blos eine Unsicherheit in der Bezeichnung, wie das eben erörterte „länglich, oblong", die Ursache dieser Angabe Braun's, so scheint in der That der beschriebene männliche Blüthenstand nicht der C. ilicifolia des botanischen Gartens von Kew und Berlin anzugehören; denn mir ist kein Beispiel einer Pflanzenart mit diesen beiden von mir und Braun angeführten Anheftungsweisen des Staubbeutels an den Staubfaden bekannt, ja es müssen dieselben nach den jetzt herrschenden Gattungsbegriffen selbst zwei verschiedenen Gattungen angehören.

Da ich nicht Gelegenheit habe, einen dieser männlichen Blumen der Caelebogyne des Hooker'schen Herbariums zu untersuchen, kann ich die Sache nicht entscheiden; wir müssen abwarten, bis uns Hooker selbst oder ein mit der Morphologie der Pflanzen und diesen einfachen Untersuchungen vertrauter Botaniker über das wahre Verhältnifs Nachricht giebt*).

Dieser Zweifel an die Gleichwerthigkeit der von Braun und mir untersuchten männlichen Blumen der Caelebogyne würde in Folge der Braun'schen Beschreibung auch auf die weiblichen Blumen dieser Pflanze sich ausgedehnt haben, hätte ich nicht mit vollkommener Sicherheit gewufst, dafs ich dieselben Individuen vor mir hatte, die auch Braun untersuchte; denn aus der von Braun gegebenen Beschreibung dieser weiblichen Blumen geht nicht dies hervor, sondern ist vielmehr das Gegentheil zu erwarten.

Braun beschreibt nämlich den Kelch der weiblichen Blume der Caelebogyne des Berliner botanischen Gartens als tief fünftheilig (quinquepartitus), selten viertheilig (quadripartitus); ich dagegen sah diesen Kelch vollständig fünfblättrig, die Kelchblätter durchaus frei und in dachziegliger Knospenlage; nie einblättrig (verwach-

[1]) l. c. Fig. 7 u. 8.

[2]) Der Längendurchmesser des Staubbeutels übertrifft seinen Querdurchmesser nicht um das Doppelte, und da er abgerundet, nicht spitz ist, müssen wir ihn mit Linné (Philosophia bot. 1751, p. 42), Willdenow (Grundrifs der Kräuterkunde, p. 78), Bischoff (Handbuch der bot. Terminologie und Systemkunde, p. 74) oval nennen, während Linné den Begriff oblong in seiner Philosophia botanica bekanntlich einer gleichfalls an beiden Enden abgerundeten Form beilegt, deren Längendurchmesser den der Breite mehremal übertrifft, in welchem Sinne auch Braun diese Bezeichnung früher gebrauchte (Index seminum hort. Berol. appendix 1857). Jedenfalls ist es verwerflich, für zwei verschiedene, von dem Gründer der systematischen Botanik gut definirte Formen die gleiche Bezeichnung zu gebrauchen und kann nur zu Mifsverständnissen Veranlassung geben. — Denn wie ist ein Verständnifs in der systematischen Naturgeschichte möglich, wenn Jeder in seiner Weise die Objekte beschreiben will? und wie grofs und oft unüberwindbar werden für Andere die Schwierigkeiten bei der Benutzung solcher Beschreibungen, wenn ein und derselbe Schriftsteller nicht einmal consequent seine eigenen Bezeichnungen anwendet. — Dergleichen Beschreibungen sind für die Wissenschaft eine Last, ohne Bekanntschaft mit dem Originale natürlich ganz unverständlich.

*) Diese von mir erwartete Correctur gab Decaisne in den Ann. des sciences 1857 pl. 11, wo jedoch die Form des Staubbeutels etwas abweicht.

senblättrig, gamosepalus), fünftheilig (quinquepartitus) oder gar gelappt, wie ihn Braun gleichfalls in der deutschen Beschreibung nennt, wo er jedoch in demselben Satze auch von Kelchblättern spricht, die doch nach dem üblichen Sprachgebrauche der Botaniker bei Pflanzenbeschreibungen nur bei dem Kelche angenommen werden, der aus einem Wirtel von freien, unter sich nicht verbundenen blattartigen Organen besteht.

Auch die Form der Narbe ist von Braun abweichend beschrieben: die Lappen derselben sind nicht „etwas ausgerandet an der Spitze (lobis expansis integris subemarginatis)", sondern ein jeder an dem oberen Rande mehrfach mehr oder weniger tief gekerbt, hier mit drei oder vier Kerbzähnen besetzt, selten mit zwei dergleichen versehen, sehr selten ganzrandig, was sich dadurch erklären läfst, dafs Braun eine unentwickelte Knospe zur Norm bei der Beschreibung wählte, nicht eine vollkommen entwickelte Blume, was allerdings nothwendig gewesen wäre. Die Richtigkeit dieser Vermuthung geht aus der Braun'schen Beschreibung der Stellung der Narben hervor, indem er sagt, sie überwölben platt angedrückt den Fruchtknoten. In der entwickelten, befruchtungsfähigen Blume stehen die Narben vielmehr horizontal etwas aufsteigend.

An der Basis der äufseren Kelchblätter, zum Theil dem kurzen Stiele angewachsen, befindet sich gewöhnlich jederseits eine, verhältnifsmäfsig grofse, halbkuglige, an dem Scheitel abgeplattete, hier absondernde Drüse; eine fünfte ähnliche Drüse findet sich häufig an der Basis des freien Randes des dritten Kelchblattes.

Auch der Blüthenstand ist von Braun unrichtig aufgefafst, indem er angiebt: „Mehrere an der Spitze der Zweige und Zweigelchen beisammenstehende weibliche Blüthen bilden genau genommen wenigblüthige, ziemlich lockere Aehren, die mit einer Gipfelblüthe versehen sind, welche sich früher als die Seitenblüthen ausbildet, von welchen letzteren selbst wieder die oberen den unteren nur langsam nachfolgen."

Die Blumen, auch die seitenständigen, sind jedoch nicht sitzend, wie Braun meint, sondern kurz gestielt, wie schon Smith sie richtig beschreibt, in der Achsel eines Deckblattes; ihre Stielchen mit zwei Deckblättern besetzt, die den Kelchblättern ähnlich, gewöhnlich am Grunde jederseits eine Drüse tragen.

Das Vorkommen der Bracteen an den Blumenstielchen und das frühere Aufblühen der gipfelständigen Blume als der seitenständigen ist ein unzweideutiger Beweis, dafs wir es hier genau genommen nicht mit einer „wenigblüthigen Aehre (spica)," sondern mit nichts anderem als einer wenigblumigen Afterdolde (cyma) zu thun haben, deren seitenständige Blumen so kurz gestielt sind, dafs die Afterdolde dadurch die Form einer Aehre erhielt und zur Cyma spiciformis wurde.

Reicht nun zwar die von Braun gegebene Beschreibung der C. ilicifolia nicht hin, um die Identität der von ihm und der von mir untersuchten Species zu beweisen, so bin ich doch in diesem Falle von derselben dadurch überzeugt, dafs, wie schon Braun selbst angiebt[1]), nur drei blühbare Pflanzen von C. ilicifolia sich im Berliner botanischen Garten befinden und von ihm untersucht wurden, von denen mithin ich zwei zu beobachten Gelegenheit hatte.

So wäre denn die letzte unsichere Stütze der Pflanzenparthenogenesis gefallen,

[1]) Loc. cit. pag. 230.

und für jetzt aufser Zweifel gesetzt, dafs die Erzeugung eines normalen Keimes in dem weiblichen Organe von der Mitwirkung des männlichen abhängig ist*).

III.

Der Pollen.

Der aus den Antheren der Caelebogyne verstreute Blumenstaub ist kugelrund und besteht aus einer sehr zarten, glatten Haut, auf der sich drei symmetrisch geordnete dunklere oder hellere Punkte bemerklich machen, und aus einem flüssigen Inhalte dieser Haut, welcher ovale und rundliche feste Körperchen in Menge schwebend enthält, die durch Jod theils gelb, theils blau gefärbt werden.

Die verschiedene Durchsichtigkeit der angedeuteten drei Punkte in der Pollenhaut hängt davon ab, ob dieselben noch von kleinen kugligen Körperchen von collenchymatösem Ansehen bedeckt sind oder ob diese sich schon lostrennten und ihr Bett als hellen, kreisrunden, dunkelberandeten Fleck in der Haut, der sie anklebten, zurückliefsen. An diesen hellen Stellen dringt dann die sehr zarte — ohne Anwendung chemisch wirkender Flüssigkeiten von der gleichfalls sehr zarten äufseren Haut nicht zu unterscheidende — innere Pollenhaut hervor, wenn die Pollenzelle auf die Narbe gelangt (Taf. XXI.).

Der in dem halbentwickelten Staubbeutel enthaltene Pollen, zu vieren eingeschlossen in den parenchymatischen Mutterzellen, die in jedem Staubbeutel vier Gewebeportionen bilden, besteht aus dickeren Zellenhäuten. Die Specialmutterzelle tritt hier sehr deutlich hervor, verdickt sich doch noch während der vollständigen Verflüssigung der Haut ihrer Mutterzelle und erhält zugleich das Ansehen einer Collenchymzelle (Taf. XXI. unten links).

Diese Zellen umschliefsen vier Zellen zweiten Grades, deren eine, die Intine des werdenden Pollenkornes, zu dieser Zeit allein fast ihre Mutterzelle ausfüllt und noch eine gleichförmige trübe, schleimartige Flüssigkeit enthält, während drei andere sehr wenig nur sich vergröfserten und von jener an die innere Wandung der Mutterzelle gedrängt wurden, so dafs sie zwischen den beiden Häuten der Pollenzelle, der Exine und Intine, eingeschlossen sind.

Es sind dies die Zwischenkörper Fritsche's[1]), deren stets gleiche Lage in dem Zellensysteme jeder Pollenart ohne Zweifel ihren Grund in derselben Ursache hat, welche veranlafst, dafs die Bläschen, welche die Porenkanäle der Gewebezellen

*) Inzwischen constatirteBraun in verschiedenen Artikeln: in dem „Samenkataloge des Berliner botanischen Gartens 1861", in den „Annales des sciences 1862" u. a. a. O., dafs es ihm auch in dem elften Jahre seiner Untersuchungen der Caelebogyneblume, ebensowenig wie in den zehn vorhergehenden gelungen ist Staubgefäfse in derselben aufzufinden. Dies Faktum bekräftigt Braun dadurch, dafs er von 100 untersuchten Blumen detaillirte Beschreibungen giebt, deren Richtigkeit natürlich um so weniger zu kontrolliren ist, da die Gelegenheit die Pflanzen zu beobachten durch Absperrung derselben nicht dem Publikum allein, sondern auch den im botanischen Garten thätigen Gärtnern und den Botanikern genommen wurde.

Anderen Beobachtern, von denen ich hier nur meinen Collegen C. Koch nenne, machte es weniger Schwierigkeiten Staubgefäfse in den Caelebogyneblumen aufzufinden.

[1]) Ueber den Pollen. 1837. pag. 43.

und Gefäfse bestimmen[1]), stets an den benachbarten Wandungen einander correspondiren.

Während der ferneren Entwickelung des Pollenzellensystemes wird nun die collenchymatöse Mutterzelle mehr und mehr resorbirt, bis sie zu dem zartesten, kaum noch erkennbaren Häutchen reducirt ist, wie wir sie an der zur Befruchtung reifen Pollenzelle finden, und dann endlich wird sie bei der Einwirkung einer aufsaugungsfähigen Flüssigkeit von den drei hervorquellenden Bläschen durchbrochen. Dadurch entstehen die Oeffnungen (Poren), in deren Nähe die Intine auszuwachsen beginnt.

Zur Zeit der Trennung von der Mutterzelle sind hier bei der Caelebogyne diese kleine Zellchen — die sich übrigens genetisch wie die Tüpfelzellen des Holzes zu den eigentlichen Porenzellen verhalten, daher richtig nicht Porenzellen sondern Tüpfelzellen zu nennen sind — kaum als solche zu erkennen, da ihre Wandungen so dick sind, dafs ihre Höhlen, ähnlich wie beim Amylum, auf's Aeufserste verengt werden. Seit Fritsche's Untersuchungen des Pollen wissen wir, dafs nicht selten als wirkliche Zellen zu erkennende Zwischenkörper an völlig entwickelten Pollen vorkommen. Ich zeichnete in meiner Flora Columbiae Bd. I. Taf. 44 den Pollen der Schachtea, welcher gleichfalls sehr deutlich dies Verhältnifs erkennen läfst. Die Zwischenkörperchen, deutlich als Bläschen zu erkennen, vertreten hier wie bei der Caelebogyne zugleich die Stelle der Deckelchen Fritsche's, sie werden von der hervorquellenden Intine hervorgestofsen: bis dahin verschlossen sie den Tüpfelkanal in der Wandung der Exine.

Die Länge dieses Kanales hängt natürlich zum Theil von der Verdickung der Exine des Pollens, zum Theil von der Gröfse der Zellen ab, welche die Zwischenkörper bilden. Hier bei der Caelebogyne ist der Kanal äufserst kurz; ganz bedeutend treffen wir ihn bei den Oenotheren und Clarkien[2]) entwickelt, wo sowohl die ihn bildende Zelle selbst sehr grofs als auch der aufserhalb derselben befindliche Kanal in der stark verdickten Exine bedeutend lang ist.

Wie unentbehrlich übrigens die Entwickelungsgeschichte zur richtigen Beurtheilung der Strukturverhältnisse organischer Körper ist, zeigt uns wieder die neueste Arbeit Schacht's über diesen Gegenstand, in der er ungeachtet der mit bewunderungswürdiger Fertigkeit dargestellten Durchschnitte des reifen Pollen der Clarkia an diesen ebenso wie an der Cucurbita und den übrigen mit Zwischenkörpern versehenen Pollen die Natur derselben gänzlich verkannte, indem er sie für Verdickungen der inneren Pollenhaut erklärt[3]).

Diese Tüpfelzellen der Caelebogyne und der verwandten Formen sind also mit der die Fovilla enthaltenden Zelle, in Bezug auf die Exine, Zellen zweiten Grades (Tochterzellen), als solche jedoch nur durch die Entwickelungsgeschichte zu er kennen. Denn in der That verbleiben sie meistens in den Pollenzellen auf der ersten

[1]) Blasen, Bläschen nenne ich häufig der Kürze wegen die kernlosen Zellen und Zellchen, welche gewöhnlich die Funktion von Absonderungszellen (H. Karsten, de cella vitali. 1843. p. 64) ausführen. Eine überflüssige und falsche Bezeichnung für diese Formen ist der Ausdruck: Vacuolen.

[2]) Bei der Clarkia pulchella verwächst die Membran der Zwischenzelle so innig mit den angrenzenden Membranen der Exine und Intine, während diese unter sich nicht verwachsen, dafs zwischen letzteren auf Querschnitten sich geschlossene Spalten finden, wie Schacht sie uns zeichnete (Physiologie Taf. X. Fig. 17) und wie man das Verhältnifs besonders deutlich an halb entwickelten Pollenkörnern dieser Art erkennt.

[3]) Anatomie und Physiologie. Bd II. 1859. pag. 362.

Entwickelungsstufe, Sekretionszellen ähnlich; selten enthalten sie Sekretionsstoffe, wie bei den Onagrarien und Geranien[1]).

Ihre Funktion ist augenscheinlich die, durch ihren diffusionsfähigen Inhalt oder durch ihre in Schleim veränderte, in Wasser aufquellende Membran die ihr anliegende, stets hier sehr dünn gebliebene Exine zu zersprengen, um, nachdem sie selbst hervorgeprefst oder gelöst wurde, der auswachsenden Intine einen Durchweg zu verschaffen. Ohne Zweifel bewirken ähnliche Zellen überall, wie schon Fritsche dies vermuthete, die Durchlöcherung der Exine, wenn der reife Pollen mit der Narbenfeuchtigkeit oder einer anderen geeigneten Flüssigkeit in Berührung kommt.

Aufser diesen ursprünglich der Intine gleichwerthigen Zellen finden sich nun sehr häufig neben ihnen in dem flüssigen Inhalte der mütterlichen Exine auch wirkliche Sekretionsbläschen, die ätherische Oele und andere Absonderungsstoffe enthalten. Diese letzteren tragen besonders dazu bei, die grofse Mannigfaltigkeit der verschiedenen Pollenformen hervorzubringen, indem sie entweder als Warzen oder Stacheln über die Oberfläche der Exine hervorwachsen, die gewöhnlich gleichzeitig zum Theil resorbirt, zum Theil in Lignin umgeändert wird, oder indem sie gleichförmig und allseitig bis zur gegenseitigen Berührung sich ausdehnen und dadurch eine epidermisähnliche Oberhaut über der Intine bilden.

Bei den mit Falten versehenen Pollenkörnern bleiben die nach Innen geschlagenen Falten der Exine ohne diesen zelligen Wandbeleg. Auch in den die Poren der Exine zum Theil bewirkenden Tüpfelzellen, die nicht selten in gröfserer Anzahl als gewöhnlich vorkommen, entstehen ihrer Natur gemäfs endogene Zellen, welche wiederum durch ihre mannigfaltigen Umbildungen die Verschiedenheit der Pollenformen noch vermehren.

Schon Mohl[2]) gab in seiner gründlichen Arbeit über den Pollen seine Ansicht dahin ab: „dafs man die äufsere Haut des Pollens als ein aus Zellen oder deren Anfängen und einem homogenen Bindemittel zusammengesetztes Organ zu betrachten habe.“

Leider spricht sich dieser ausgezeichnete Anatom, verleitet durch das bei einer späteren Untersuchung[3]) über die Cuticula gewonnene, allerdings nicht völlig der Wirklichkeit entsprechende Resultat[4]) in einer neueren Darstellung der anatomischen Verhältnisse des Pollens[5]) weniger treffend über die Struktur desselben aus, so dafs auch diese seine Darstellung dazu beigetragen hat, die herrschende unrichtige Ansicht zu verstärken, es sei die äufsere Schicht der Oberhaut ein Produkt der Ausschwitzung oder Ablagerung auf diese.

Diese Theorie des Wachsthums der Zelle durch blofse Ablagerung und Ausschwitzung wird hoffentlich sich ihrem Ende zuneigen, nachdem sie eine Generation hindurch herrschend, dem Fortschritte der Physiologie entgegentrat; denn wenn ich es auch nicht vermochte, sie durch die in meiner Dissertation[6]) und in den übrigen Arbeiten[7]) dargestellten Thatsachen zu beseitigen, so wird doch der von mir

[1]) Beim Geranium sylvaticum wies Fritsche zuerst Amylum in ihnen nach.

[2]) Ueber den Bau und die Formen der Pollenkörner. 1834. pag. 19.

[3]) H. Mohl: Ueber die Cuticula der Gewächse. Linnaea 1842.

[4]) H. Karsten: Die Hüllhaut der Pflanzen. Bot. Zeit. 1848. pag. 729 und oben pag. 203.

[5]) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. IV. 1853. pag. 281.

[6]) H. Karsten: De cella vitali 1843 und oben pag. 8.

[7]) Die Vegetationsorgane der Palmen 1847 pag. 72 etc.; oben pag. 107. — Beitrag zur Kenntnifs des Zellenlebens. Bot. Zeit. 1849 pag. 361 und oben pag. 208.

wiederholt gegebene Nachweis über die Entstehung des Harzes und der wachsartigen Cuticularschichten jeden Denkenden überzeugen müssen, dafs die Organisation nicht ein mechanischer sondern ein dynamischer Akt ist[1]).

Dafs sich in den Tüpfelzellen, welche der inneren Wand der Exine anliegen und die spätere Durchlöcherung derselben bewirken, auch eine jüngere Generation von Zellen bildet, wie ich es oben behauptete und wie es gleichfalls zuweilen an den Tüpfelzellen des Coniferenholzes beobachtet wird, dies sieht man sehr deutlich an dem von mir auf der vierten Tafel der Flora Columbiae gezeichneten Pollen einer Bignoniacea, deren Membran von einer grofsen Anzahl kleiner, nicht völlig abgeplatteter, ovaler, sich gegenseitig nicht berührender Zellen ausgekleidet ist, von denen jede wiederum eine gröfsere Anzahl (sechszehn) kleiner Zellchen (Bläschen) dritten Grades enthält. Alle gemeinschaftlich bilden die Hülle um die eingeschlossene glatte Intine. Nach einiger Maceration mit verdünnter Schwefelsäure trennen sich die Zellen zweiten Grades von der primären Zelle, deren innerer Wandung sie anhaften, und lassen sich unter dem Deckgläschen umherrollen. Die Membranen dieser verschiedenen Zellengenerationen sind in diesem Falle nicht verdickt; wären sie es, so würden sie Formen gebildet haben, wie sie uns die Synantheren, Nyctagineen, Convolvulaceen etc. zeigen; nur dafs bei diesen überdies die Zellen zweiten und folgenden Grades häufig stachelartig über die Oberfläche der Exine hinausgewachsen sind, ein Verhältnifs, welches man an den Haaren der Epidermis so deutlich verfolgen kann[2]). Auch der durch Mohl[3]) so gründlich erörterte Bau der Sporen der Kryptogamen lehrt uns sehr deutlich die Bedeutung der genetzten Oberfläche dieser den Pollenkörnern hinsichts ihrer Entwickelung so nahestehenden Körper kennen. Besonders sind die Sporen der Acrostichaceen, Aspleniaceen und Aspidiaceen, von denen ich einige in meiner Flora Columbiae zeichnete (ich bitte vorzüglich Taf. 52 und 57 zu vergleichen), geeignet, diese Behauptung zu bestätigen. Die endogenen Zellen, welche hier die Exine als eine völlig geschlossene Gewebeschicht auskleiden, sind auch bei diesen Sporen, wie bei fast allen übrigen, nicht gänzlich abgeplattet, sondern den Tüpfelzellen (Zwischenkörpern Fritsche's) ähnliche, bei den genannten Gruppen polyedrische, bei vielen anderen kuglige Formen. Da sie keine jüngere Zellengeneration enthalten, ist es um so mehr zweifelhaft, ob sie in die Reihe der Tüpfelzellen oder der Porenbläschen gehören, was auch für das Verständnifs des anatomischen Baues nicht von Belang ist. Diese von Zellen umhüllten Sporen sind besonders interessant wegen einer Art von Stacheln, die sich im späteren Alter auf ihrer Oberfläche finden und gänzlich verschieden sind von denjenigen, welche durch die peripherische Verlängerung der Porenbläschen entstehen.

Es verdicken sich nämlich an diesen die Oberhaut der Sporen bildenden Zellen nur die der Intine angrenzenden und die sich gegenseitig berührenden Wandungen — einigermafsen darin ähnlich den Zellen des Sporangienringes und den die Gefäfsbündel der Farrne zunächst umgebenden Parenchymzellen — letztere meistens nicht vollkommen, sondern nur dort und zuerst dort, wo sich drei Zellen berühren. Die

[1]) H. Karsten: Bot. Zeit. 1857. pag. 313 und oben pag. 298; Poggendorff's Annalen. 1860. pag. 640 und oben pag. 312.

[2]) H. Karsten: De cella vitali. 1843. pag. 38 und oben pag. 40.

[3]) Flora 1833 und Vermischte Schriften. 1845. pag. 67.

Exine selbst so wie die ihr anliegende peripherische Wandung der endogenen Zellen verdickt sich nicht, wird vielmehr an älteren Sporen zerstört, so dafs nur die verdickten Ecken und Wandungen stachel- und leistenförmig übrigbleiben.

Aehnliche Bildungen finden sich auch an Pollen der Phanerogamen, z. B. an dem der Cobaea scandens, wie schon Mohl[1]) dies annähernd beschrieb, während Fritsche[2]) und Schacht[3]) es wieder in Abrede stellen, dafs die zellige, maschige Hülle, welche das Aufsere dieser Pollenkörner bildet, wirkliche Zellen seien, indem sie diese Oberhaut, ihrer Anschauungsweise über das Wachsthum der Zellwand gemäfs, für ausgeschwitzten und abgelagerten Stoff halten, der aus unberechenbaren Ursachen diese wunderliche Form von „Zaunpfählen" angenommen habe. Die Entwickelungsgeschichte dieser Pollenkörner entkleidet sie nun bald dieser phantastischen Hülle, indem dieselbe leicht erkennen läfst, dafs die Zellen, welche sich innerhalb der Exine neben der Intine bilden und eine vollkommene Schicht zwischen beiden herstellen, in gleicher Weise verholzen, wie es eben von den Sporen der Polypodiaceen beschrieben wurde; nur dafs überdies noch die sich gegenseitig berührenden Wandungen dieser Zellen porös verdickt werden, und zwar mit einer Reihe radial gestreckter Poren.

Diese zellige Oberhaut der Farrnsporen zerfällt übrigens nicht selten in die drei Abtheilungen, welche sie zusammensetzen, und diese sind dann auch durch stärker verdickte Wandungen gegen einander abgegrenzt, was alles darauf hindeutet, dafs die zellige Hülle der glatten Farrnintine aus drei, die sehr zarte, vergängliche Exine der Sporen auskleidenden Zellen zusammengesetzt ist, die sich den Zwischenraum zwischen beiden Häuten vollständig theilen und deren jede eine Anzahl von endogenen Zellen enthält.

Diese in drei Theile zerfallende Farrnsporenhaut führt uns nun wieder zu ähnlichen Bildungen der Pollenkörner zurück: nämlich zu den mit Deckeln sich öffnenden Exinen, die entweder einfach oder zellig, glatt oder stachlig sind.

Drei zellige Deckel, die fast den ganzen Umfang des Pollens ausmachen, finden wir bei vielen Passifloren; kleiner, mit Stacheln besetzt und in gröfserer Anzahl sind sie anderen Arten dieser Familie so wie den Cucurbitaceen etc. eigen. Bei den Cucurbitaceen ist die Deckelbildung der überdies mit stachelig ausgewachsenen Sekretionszellen besetzten Exine augenscheinlich von der jedem Deckel innen anliegenden Tüpfelzelle (Zwischenkörper) abhängig; bei den Passifloren bilden höchst wahrscheinlich die sehr grofsen Zwischenkörper selbst diese Deckel.

Auf der 51sten Tafel meiner Flora Columbiae zeichnete ich den Pollen der Passiflora Servitensis mit seinen drei grofsen Deckeln, die auf der Narbe beim Hervortreten der Intine abgestofsen werden.

Es zeigt dieser Pollen zugleich, dafs die verschiedenen Schichten, die Fritsche an der Intine zuerst beobachtete, nicht immer Schichten einer und derselben Zellenmembran sind, dafs die eigentliche Intine nicht immer die Zelle zweiten Grades ist, sondern dafs sie auch die Zelle dritten Grades sein kann.

Zwischen den beiden Schichten der bisher für eine einfache Haut gehaltenen

[1]) Loc. cit. pag. 60.
[2]) Loc. cit. pag. 49.
[3]) Loc. cit. pag. 122.

Intine befindet sich nämlich eine kleine Tüpfelzelle[1]), wie der Pollen vieler Monocotylen sie zeigt und deren an den Pollen der Caelebogyne und der meisten Dicotylen drei vorkommen. Es bilden sich also in der Exintine zwei Zellen, von denen die eine die Fovilla in sich absondert, die andere das Hervortreten dieser Schwesterzelle aus der primären Zelle zu erleichtern bestimmt ist. Hierher scheint auch der Pollen der Coniferen zu gehören, wie dies aus Meyen's und Schacht's Untersuchungen derselben ersichtlich ist.

Dies Verhältnifs ist bei späteren Untersuchungen des Pollens zu berücksichtigen; so wie auch für die verschiedenen Pollenformen festzustellen, ob die Deckelchen unmittelbar aus Tüpfelzellen oder aus einem Theile der Exine in Folge der Berührung dieser mit einer Tüpfelzelle entstehen. Beides kommt vor. Dafs die häufig Sekretionsstoffe enthaltenden Porenbläschen, eben so wie die Tüpfelzellen, zur Deckelbildung unmittelbar verwendet werden können, ist nicht unwahrscheinlich; jedoch entstehen auch unabhängig von ihnen in der Exine, der sie anhaften, Deckelchen, deren Lage und Gröfse durch die angrenzenden Tüpfelzellen bestimmt ist, z. B. bei den Cucurbitaceen, wo die Tüpfelzelle (der Zwischenkörper Fritsche's) nicht der Intine als Verdickungsschicht angehört, wie Schacht meint[2]), sondern anfangs frei zwischen beiden Häuten liegt und später der Exine stärker anhaftet. Daher klebt dieselbe dann, wenn sich die Exine von der Intine abstreift und sich umkehrt, indem sich die stachlichte Oberfläche nach Innen wendet, äufserlich dieser Exine an.

Die Pollenzellen der Thunbergien mit ihrer in Spirallinien verdickten Exine erinnern zunächst an die spiraligen Schwärmfäden der Gefäfskryptogamen und führen uns eine Modification der Equisetensporen vor, während der Ipomoeenpollen mit seiner stachlichten Oberhaut als verholzte Vaucherienschwärmspore zu betrachten ist, wie es die von mir gegebene Entwickelungsgeschichte der Letzteren nachweist[3]).

Jede Wimper des Flimmerepitheliums der Vaucherienschwärmsporen, so wie jede Wimper der Antherozoidenzellen und Spiralfäden ist ein haarförmig ausgewachsenes Bläschen, welches höchst wahrscheinlich durch grofse Imbibitionsfähigkeit seiner ungleichförmig verdickten Wandungen und durch grofses Diffusionsbestreben seines Inhaltes mit Wasser die bis zu seiner völligen Verflüssigung einige Zeit andauernden Schwingungen erleidet, welche den Körper fortbewegen, an dem sie haften.

Nur die Unkenntnifs mit der Entwickelungsgeschichte dieser Zellen kann die Ansicht aufkommen lassen, die Wimpern seien unmittelbare Auswüchse des Primordialschlauches.

IV.

Die Keimbildung.

Die auf die Narbe der C. ilicifolia gelangte Pollenzelle dieser Pflanze zeigt keine Eigenthümlichkeiten in ihrem Wachsthume bis zum Kerne der Samenknospe. Das in der Intine enthaltene Amylum und die stickstoffhaltigen Bläschen (Schleim-

[1]) H. Karsten: Flora Columbiae. Taf. 51. Fig. 4.

[2]) Lehrbuch der Anatomie pag. 362.

[3]) H. Karsten: Bot. Zeitung. 1852. pag. 95. Taf. II. Fig. 12a. und oben pag. 234. Taf. XVI. 12a.

bläschen) werden während dieses Wachsthums verflüssigt, und an den grofsen Embryosack angelangt, findet der Pollenschlauch diesen mit Flüssigkeit und wahrscheinlich auch schon mit einer Anzahl frei in derselben schwimmenden, zum Theil Kerne enthaltenden Bläschen angefüllt.

Eine dieser freien Zellen oder zwei derselben schmiegen sich an die Wandung des Embryosackes, welche der Pollenschlauch berührt, worauf eine Zellenvermehrung in ihnen beginnt und nicht selten eine Zeit lang in zwei Keimzellen andauert, bis in der Regel eine derselben endlich das Uebergewicht gewinnt und allein sich zum Keime ausbildet (Taf. XXI.).

Wie der Pollenschlauch sich verhalte, ob eine Resorption der Wandung, welche dem Embryosacke und den Keimzellen angrenzt, oder ob eine blofse Diffusion seines flüssiggewordenen Inhaltes vermittelst Exosmose stattfinde, wurde durch die Untersuchung nicht hinlänglich festgestellt.

Die gröfsere Anzahl der Zellenanfänge, welche zur Zeit, wo der Pollenschlauch den Embryosack berührt, in der Flüssigkeit desselben enthalten sind, dienen zur Bildung des Eiweifses, welches den einen heranwachsenden Keim umgiebt (Taf. XXI.).

Die Idee, dafs dieser eine Keim auch ohne Einwirkung des Pollenschlauches gebildet worden wäre, wie Radlkofer und Braun dies meinen, weil es Radlkofer und Deeke häufig nicht gelang, den Pollenschlauch nachzuweisen, wird Niemand billigen, der mit dieser Untersuchung vertraut ist, welche trotz der gröfsten Uebung und Gewandtheit auch an anderen Pflanzen häufig den gewifs vorhandenen Pollenschlauch nicht sicher erkennen läfst.

Die interassante Frage, ob zur vollkommenen Ausbildung der beiden, anfangs öfter gleichzeitig sich entwickelnden Keimlinge die Einwirkung mehrerer Pollenschläuche nöthig gewesen wäre, bleibt noch zu beantworten.

Diese Keimzellen scheinen zur Zeit ihrer ersten Anlage als sehr zartwandige Bläschen (Vacuolen genannt), schon bevor der Pollenschlauch den Embryosack berührt, in demselben vorhanden zu sein; wenigstens sieht man häufig diese Zellen, ohne den Pollenschlauch zu finden, was freilich noch immer kein Beweis ist, dafs er wirklich fehlt.

In einigen von den frei schwimmenden Bläschen, deren Wandung dann zugleich dichter und kenntlicher wird, entsteht ein neues Bläschen, welches gewöhnlich Kernkörperchen genannt wird, weil die frei schwimmenden Zellen, welche diese sehr kleine sekundäre Zelle enthalten, als Zellkerne in der Voraussetzung bezeichnet werden, dafs in ihrem Umkreise sich eine Celluloseschicht als Membran der Zelle niederschlage, welcher jene ursprünglich vorhandene als Kern dient. Dies ist jedoch nicht richtig, da im Gegentheile die Membran selbst zu Cellulose wird und das in ihr enthaltene Bläschen, die sekundäre Zelle oder das Kernkörperchen, gleichzeitig sich ausdehnt und eine oder einige neue kleine Zellen in demselben auftreten.

Da man hier im Embryosacke alle verschiedenen Entwickelungsstufen der Zellen gleichzeitig vor sich sieht, ohne über die Reihenfolge ihrer Entstehung einen Anhaltspunkt zu haben, so hängt es natürlich von dem Urtheile des Beobachters ab, entweder anzunehmen, dafs über die innerste Zelle, das Kernkörperchen, sich nach und nach schichtenweise die äufseren Zellen niederschlagen oder dafs die inneren Zellen in dem flüssigen Inhalte der äufseren, sich inzwischen ausdehnenden, entstehen.

Obgleich ich schon 1843 in meiner Dissertation, — in der ich auf das Vorhandensein der sekundären Zelle, später von Mohl Primordialschlauch genannt, zuerst aufmerksam machte — die Entwickelungsweise der Zellwand erörterte und inzwischen häufig auf diesen Gegenstand zurückgekommen bin, so halte ich es dennoch für meine Pflicht, wiederholt es auszusprechen, dafs eine solche Bildung von Zellmembran als Niederschlag auf einen schleimigen, zelligen etc. Kern, meinen vielfachen und sorgfältigen Beobachtungen dieses Gegenstandes zu Folge, in der Natur nicht vorkommt. Dergleichen Angaben haben allein ihren Grund in der unrichtigen Beurtheilung des Gesehenen, weil die mit chemischen Veränderungen der Zellsubstanz verknüpften Wachsthumserscheinungen der Membran nicht erkannt wurden, die ich noch kürzlich wieder — gelegentlich der oben erwähnten Erörterung über die Umänderung der Cellulose in Wachs — in Poggendorff's Annalen der Berücksichtigung der Physiologen empfahl.

Die physikalisch-chemischen Vorgänge, in denen die Wachsthumserscheinungen der Zelle bestehen, müssen nothwendiger Weise richtig erkannt sein, bevor wir hoffen können, die complicirteren physiologischen Erscheinungen des Organismus zu verstehen.

Hier bei Caelebogyne konnte ich aus Mangel an Material, wie schon gesagt, nicht mit Sicherheit nachweisen, ob der zellige Inhalt schon vor der Ankunft des Pollenschlauches an dem Embryosacke in der Entstehung begriffen war, wie es wahrscheinlich ist, da ja auch in anderen Fällen keimlose Samen eine begonnene Eiweifsbildung erkennen lassen: oder ob derselbe erst durch die Einwirkung des Pollenschlauches entstand; und ferner ob die beginnende Keimbildung in einigen dieser Zellen schon durch die Annäherung des Pollenschlauches eingeleitet wurde oder ob die Berührung beider nothwendig sei.

Von Interesse ist dies Verhältnifs für die Vergleichung der gewöhnlich einzeln vorkommenden Keime der Phanerogamen und Gefäfskryptogamen mit den meist zahlreichen Keimen der Zellenkryptogamen, vorzüglich der Moose und Lebermoose.

Die Moosspore verglich ich in meiner Flora Columbiae (pag. 41) zunächst mit dem Theilembryo der Coniferen, weil die im Moossporangium enthaltenen Sporen, gleich den Theilembryonen der Coniferen, aus der Vervielfältigung einer einzigen befruchteten Zelle hervorgehen, während die in einem Embryosacke mehrzählig vorkommenden Embryonen der übrigen Phanerogamen[1]) alle abgesondert und frei in der Flüssigkeit desselben entstehen.

Da die befruchtenden Elemente der Zellenkryptogamen morphologisch so sehr verschieden sind von denjenigen der Phanerogamen, so kann die Analogie in der Keimbildung bei diesen beiden grofsen Abtheilungen des Gewächsreiches nicht weiter geführt werden. Es ist ja nicht mit Sicherheit bekannt, ob der befruchtende Inhalt einer Pollenzelle zur völligen Entwickelung mehrerer Keime hinreicht und ob ein Antherozoid der einen Pollenzelle gleichwerthig ist. Und selbst wenn dies erkannt wäre, so könnte man doch nie die vielen Keime der Moose gleichzeitig mit den Theilembryonen der Angiospermen vergleichen, da man die freie centrale Zelle des Moos-

[1]) Ich beobachtete zehn bis zwölf Embryonen bei einer Hymenocallis, drei bis vier bei Mangifera, Steriphoma und Socratea; Schacht selbst bis hundert bei Citrus.

sporangiums in dem ersten Falle als Keimzelle, in dem zweiten als Embryosack zu betrachten hätte.

Durch die genauere Bekanntschaft mit den Befruchtungserscheinungen der Linné'schen Kryptogamen ergiebt sich erstens:

„Die Formen der Befruchtungsvorgänge gestalten sich um so mannigfaltiger, je einfacher der Bau der Vegetationsorgane ist;"

und zweitens:

„Die Anzahl der Keime, welche durch eine jede Befruchtung entstehen, ist eine gröſsere bei den einfacher organisirten Organismen."

Die Gültigkeit des zweiten Gesetzes wird durch die Betrachtung des Befruchtungsvorganges der Flechte, auf den ich schon oben hindeutete, eine gröſsere Ausdehnung erhalten.

V.

Coenogonium [1]). Ehrenb.

Character emendatus:

Thallus discoideus in ambitu crescens, contextu stuppeo, e tubulis confervoideis, articulatis, subvirescentibus, strato corticali simplici, filamentoso, albido cancellatim vestitis, intertextus. Apothecia terminalia et lateralia, primitus globosa, clausa, denique suborbiculata, scutelliformia, peltata, stipitata; hymenio (disco) aurantiaco; ascis sporigeris paraphysibus cylindricis, apice globosis mixtis; sporis octonis, ellipsoideis, bicellosis.

C. Linkii Ehrenb. tubulorum articuli, $0{,}045^{mm}$ longi $0{,}010^{mm}$ in diam. gelatinam virescentem includentes, apothecia plerumque terminalia, subimmarginata. Habitat in Brasilia.

C. Andinum Krst. (Tab. XXI.) tubulorum articuli $0{,}12^{mm}$ longi $0{,}034^{mm}$ in diametro, gelatinam virescentem includentes; apothecia plerumque lateria, albide marginata. Crescit in silvis montuosis Novae Granatae et Venezuelae ad arborum ramos; altitudine 5000—6000' *).

Die Lebensweise dieser Pflanzen so wie der in dem centralen, gegliederten Rohre enthaltene grüne, wenn auch formenlose Farbstoff und die Apothecien weisen denselben im Systeme ihren Platz unter den Flechten an, wohin sie auch von Ehrenberg und Koerber gestellt wurden.

Jeder der cylindrischen Fäden, durch deren Verflechtung der Thallus gebildet wird, besteht erstens: aus einem centralen durch eine endogene Zellenreihe gegliederten Cylinder, dessen Wandungen und Querwände verdickt sind, sich mit Chlor-

[1]) Horae physicae Berolinenses. 1820. pag. 120.

*) Nylander (Annales des sciences 1862 pag. 89) beeilte sich meine Bestimmung dieser Flechte zu verbessern, indem er ein von Gaudichaud in Brasilien, von Lindig, Goudot, Weddel u. A. in den Cordilleren gesammeltes Coenogonium für das wahre C. Linkii Ehrenb. hielt, welches die Charaktere des C. Andinum in sich vereinigen sollte. Bald darauf änderte er (Bot. Zeit. 1862 pag. 177) seine Ansicht und restituirte das C. Andinum wieder.

zinkjod-Lösung blau färben und in Kalihydrat sich nicht lösen; zweitens: aus einer lockeren Schicht von sehr zarten, verästelten und anastomosirenden fadenförmigen Röhren, welche dies centrale Rohr bekleidet; und drittens: aus einer gleichfalls sehr zarten, strukturlosen Hüllhaut, welche die ganze Pflanze überzieht. Die beiden letzteren Gewebeschichten werden durch Chlorzinkjod-Lösung nicht blau gefärbt und lösen sich in Kalihydrat.

Die Verästelung der Fäden ist nicht sehr bedeutend, dennoch reichlich genug, um durch die Verfilzung aller horizontalliegenden Stamm- und Astfäden einen zusammenhängenden Thallus zu bilden, der sich von dem Mittelpunkte, der Anheftungsstelle an einen Baumzweig, aus, allseitig peripherisch ausdehnt.

Auf diesen Fäden sind beim C. Andinum seitwärts die scheibenförmigen Apothecien auf einem kurzen Stiele schildförmig befestigt, sowohl auf der Ober- wie auf der Unterfläche der thallusförmigen Vereinigung aller Fäden; selten stehen sie an dem Ende des Fadens. Diese Apothecien sind auf der Scheibe orangeroth gefärbt und ringsum mit einem weifsen, im jüngeren Zustande stärker hervorstehenden Rande umgeben.

Die orangefarbene Scheibe (hymenium) besteht aus spindelförmigen Schläuchen (Fig. 1, 6 u. 15), welche acht zweitheilige, elliptische Sporen (Fig. 12) enthalten und aus etwas längeren Paraphysen, die ähnlich geformt sind wie die Sporenschläuche, jedoch kuglig angeschwollen enden.

Die Sporen- wie Paraphysenschläuche werden von kurzen gegliederten Fäden getragen (Fig. 12), die sich abwärts in das primäre Gewebe (matrix) verlängern, welches aus verästelten, gegliederten, anastomosirenden und ineinander verschlungenen engen Cylindern besteht (Fig. 1*m*).

Diese Matrix ruht auf einem ähnlich gebauten, aber aus weiteren Cylindern bestehenden Gewebe, von dem es auch umgeben ist und mit dem es vielfach anastomosirt, der Rindenschicht nämlich, die auch den Saum des Apothecium bildet.

Diese Rindenschicht umhüllt anfangs gänzlich die Anlage der Fruchtschicht (hymenium) (Fig. 2 und 11) und wird während der Entwickelung dieser an dem Scheitel der Apothecienanlage auseinandergetrieben, indem sie mit dem nach oben hin sich entwickelnden Gewebe der matrix und des hymenium zugleich aufwärts weiterwächst, als Rand endend.

Sucht man die ersten Anfänge der Apothecien auf, so findet man sie den jüngsten Aesten sehr ähnlich geformt; doch dadurch zu unterscheiden, dafs die centrale Zelle des Astes mit breiter Basis dem gegliederten Stammfaden aufsitzt (Fig. 8), während dieselbe in der ein Sporangium werdenden Verzweigung kuglig geformt und frei enthalten ist (Fig. 7, 9 u. 10*a*). Das jüngste Apothecium ist kuglig, der junge Ast kegelförmig.

Besonders durch die fernere Entwickelung der die centrale Zelle umgebenden Rindenschicht sind bald beide Gebilde leicht zu unterscheiden, indem die zarten, durchsichtigen myceliumartigen Fäden, welche den centralen Cylinder des Thallusfadens umspinnen, in das Archegonium sich nicht gleichförmig hinein verlängern, sondern durch Erzeugung von sekundären Zellen eine zellige Hülle um die freie, kuglige Centralzelle bilden.

Diese Schicht kleiner, bläschenartiger Zellen vertritt in diesem Organe die zu einem Cylinder zusammenhängen Zellen des Archegoniums der höheren Kryptogamen.

Einige dieser Bläschen erheben sich über die Oberfläche des Archegoniums und trennen sich endlich von der primären Zelle (Fig. 9 u. 10), ähnlich den drei Tüpfelzellen des Pollens der Caelebogyne (Taf. XXI.) oder den vielen Tüpfelzellen des Pollens der Alsineen; sie lassen Löcher in der Hüllhaut zurück, wie auch das Archegonium der Saprolegnien sie zeigt.

An der Basis dieser kugligen Apothecienanlage (Archegonium) erheben sich gleichzeitig Aeste der Rindenschicht über die Oberfläche (Fig. 7) und überwachsen wie bei den Coleochaeten und Saprolegnien, das Archegonium, sich dicht an dasselbe anschmiegend, während sie stellenweise Erweiterungen erhalten, in denen eine feinkörnige, schleimige Flüssigkeit enthalten ist.

Diese Auftreibungen lagern sich, wie bei den Saprolegnien, über die kleinen Löcher, die durch die Lostrennung der Tüpfelzellen entstanden, und später findet man sie entleert.

Gleichzeitig beginnt nun eine Zellenbildung in der grünlich gefärbten Centralzelle; es entstehen in derselben vier sekundäre Zellen, während auch die umgebende Zellenschicht (die Archegonienzellen) dicker und undurchsichtig wird und die eingeschlossenen Zellen verdeckt. Auch die das Archegonium bis zum Scheitel umspinnenden Aeste verzweigen sich mehr, besonders an der Basis, und heften so das gröſser werdende Archegonium fester an den mütterlichen Ast, so wie an andere in der Nähe befindliche Aeste, und bedecken es als äuſsere Rindenschicht (Fig. 2 u. 5*a* stark gepreſst).

Auf zarten Längenabschnitten, welche die mittlere Gewebeschicht der jungen Archegonienanlage enthalten, sieht man das Centrum einige Zeit nach der Befruchtung gänzlich ausgefüllt mit groſsen, zartwandigen, zu vieren aneinanderhaftenden Zellen, welche einen trüben, gallertartig erscheinenden Stoff enthalten. Einige dieser Zellen lassen keine geformten Körper erkennen, während in anderen (Fig. 4) kleine Körnchen und Bläschen in nicht sehr groſser Anzahl enthalten sind. Durch Zerren und Drücken des Schnittes unter Wasser kann man die zu vieren zusammenhängenden Zellen isoliren.

Aehnliche Schnitte von etwas gröſseren Archegonien zeigen diese groſsen zarten Zellen, welche sich aus der einen centralen, freien Zelle des Archegoniums hervorbildeten, gänzlich angefüllt (Fig. 3) mit kleinen ellipsoidischen Körperchen, ohne Zweifel die vermehrten und in der Entwickelung vorgerückten Bläschen des eben beschriebenen Entwickelungszustandes.

Längenschnitte noch älterer aber noch vollständig geschlossener Archegonien (Fig. 11) *) lassen anfangs, bevor sie mit Wasser gänzlich getränkt sind, noch die scheinbar eine körnige Masse enthaltenden Zellengruppen, aus denen das centrale Gewebe sich hervorbildete, erkennen. Nachdem jedoch der Abschnitt mit Flüssigkeit durchtränkt ist, stellt dies Gewebe ein gleichförmiges Ellipsoid dar, mit abgeplattetem Scheitel und Grunde; letzterer wird umhüllt von einer becherförmigen Gewebeschicht (die aus den veränderten Archegonienzellen entstandene matrix), welche etwas klein-

*) Genau durch den Scheitel geschnitten würde hier ohne Zweifel die Rindenschicht im Scheitelpunkte ihr Zusammenwachsen von unten herauf erkennen lassen.

poriger ist als die Rindenschicht, die das Ganze umgiebt, und an dem Scheitel, wie es scheint, unmittelbar die grofsen Zellen bedeckt. Diese Letzteren lassen sich nicht mehr frei legen. Zerreifst man das Präparat der Länge nach, so erkennt man, dafs die grofsen Zellen des Centrums mit den angrenzenden Gewebeschichten verwachsen sind, und dafs ihr körnig scheinender Inhalt aus langen cylindrischen Zellen besteht, welche an dem peripherischen Gewebe befestigt, nach dem Centrum hin frei sind.

Es sind diese Fäden eine Uebergangsform zu den Sporen- und Paraphysenschläuchen; sie haben ein gallertartiges Ansehen, sind nicht ganz gleichförmig cylindrisch, sondern perlschnurartig (Fig. 13), wie wenn schon Sporenanfänge der Länge nach nebeneinander lägen.

Auch die Archegonienzellen (matrix) sind fadenförmig geworden, wie auch das Rindengewebe, und lassen sich eben so wenig von diesem wie von der Schlauchschicht trennen, ohne zu zerreifsen. Alle drei Zellenformen anastomosiren mit einander, woher es kommt, dafs die Schläuche die Enden der Rindenzellen zu sein scheinen.

Vergleicht man diese Entwickelung des Apotheciums mit der des Sporangiums der beblätterten Zellenkryptogamen, so findet man in der anfangs freien Centralzelle vom Archegonium [1]) der Letzteren, — welche sich zum Sporangium entwickelt, während ihr abwärts wachsendes unteres Ende, die künftige Seta, mit dem Fruchtboden verwächst — ein Analogon mit dieser das Hymenium aus sich entwickelnden Zelle, insofern auch dies mittelst der peripherischen Enden aller seiner Theile mit dem angrenzenden Gewebe sich vereinigt.

Hier sind die sekundären Zellen der Sporen auch nach der völligen Ausbildung derselben noch als Sporenbehälter vorhanden, während sie bei den Moosen schon vor der vollständigen Entwickelung der Sporen resorbirt werden. Statt der Schleuderzellen der Lebermoose finden sich hier bei den Flechten die Paraphysen.

Durch längere Maceration im Wasser löst sich die äufsere Rindenschicht der jungen Apothecienanfänge in die einzelnen endogenen Zellen auf, die als Reihen von sekundären Zellen in den freien Aesten zu erkennen sind (Fig. 2*a* und 5*a*).

Es erinnern diese Zellen an die von Itzigsohn entdeckten Spermatien, doch gelang es mir nicht, an denselben die antherozoidenartige Bewegung zu sehen, welche Itzigsohn und Rabenhort an den Spermatien beobachteten.

Der Akt der Befruchtung von Coenogonium erinnert an die Copulation der beiden verschieden gestalteten Aeste der Vaucheria (pag. 321 Fig. 23), deren chemisch verschiedenartiger Inhalt durch seine Vermischung die Bildung eines neuen Keimes veranlafst, der um so sicherer als Erzeugnifs geschlechtlicher Thätigkeit zu betrachten ist, da bei veränderter Lebensweise [2]) der Pflanze dieselben Organe die zweite beschriebene Form der Befruchtung ausführen, welche dem normalen Vorgange sich zunächst anschliefst (pag. 321 Fig. 24*a* u. 26*a* u. *b*.) [3]).

[1]) H. Karsten: Flora Columbiae. Taf. XX. Fig. 7.

[2]) Bot. Zeit. 1852 pag. 111: „Diese Beobachtungen machte ich sowohl an Gewächsen, die sich zwischen zwei Glasplatten im Wasser befanden, als auch an solchen, die in Uhrgläsern nur wenig angefeuchtet wuchsen. Bei Letzteren, die in einem mehr naturgemäfsen Zustande sich befanden, konnte ein Hin- und Herschwimmen der Zellen natürlich gar nicht stattfinden, hier trat der dritte beobachtete Fall (Fig. 23) der Vereinigung beider Zellen ein, der bei den weiter unten erwähnten Formen (einer verschiedenen Species), die auf feuchtem Boden wachsen und diese Zellen an der Spitze kleiner aufrechter Aeste tragen, allein nur beobachtet wurde.

[3]) Pag. 321 Fig. 24*b* zeichnete ich einen Fall unregelmäfsiger, gestörter Entwickelung der beiden den geschlechtlichen Akt vollziehenden Zellen; ohne Zweifel aus dem Grunde gestört, weil die befruchtende Zelle das nackte

Das Erzeugnifs der einen Befruchtung ist hier wie bei den Moosen und Lebermoosen und wie auch bei einigen Gattungen von Algen (Saprolegnia und Achlya) nicht ein Keim, sondern es sind mehrere oder viele Keime, und mit dem Befruchtungsprocesse letztgenannter Alge hat überdies derjenige von Coenogonium noch darin die gröfste Aehnlichkeit, dafs das Archegonium nicht allein von einer Seite her, sondern gleichzeitig von mehreren den befruchtenden Stoff nach Art der Copulation der Conferven empfängt*).

Diese Entwickelungsgeschichte des Coenogonienapotheciums zeigt uns den Weg, den wir zu verfolgen haben, um uns von der Funktion der Itzigsohn'schen Spermatien zu überzeugen, falls dieselbe, wie auch Rabenhorst und Tulasne vermuthen, eine geschlechtliche ist. Es werden sicher nicht die primären Zellen der Sporen sein, welche den befruchtenden Stoff empfangen, sondern die im Archegonium enthaltene Urmutterzelle des ganzen Hymeniums.

Wo haben wir aber das Archegonium zu suchen? Dies wird die Entwickelungs-Geschichte des Apothecium lehren müssen.

Vielleicht hat schon Speerschneider es an der Ramalina calicaris gesehen, von der er sagt, dafs er die Wandung der Gonidien häufig mit zelligen Massen besetzt fand[1]). Mir wenigstens ist es nicht unwahrscheinlich, dafs die Archegonienzelle des Coenogonium in den Gonidien der Flechten mit laubartigem Thallus ihr Aquivalent hat; freilich spricht dafür nicht die Beobachtung Speerschneider's, dafs auch Gonidien sich zu Flechten entwickeln; doch steht auch diese Erscheinung, als Metamorphose gedeutet, nicht im völligen Widerspruche mit jener Auffassung.

Für die den Flechten in ihrer Organisation so ähnlichen Pilze gelten sicher die gleichen Entwickelungsgesetze; auch hier wird man nicht eine Befruchtung der Basidien und Asken erwarten dürfen, vielmehr dieselbe in den ersten Anfängen des Hutes zu suchen haben.

Dafs viele der seither als Pilzspecies beschriebenen Formen nicht wirkliche Pflanzenspecies, sondern nur abnorm entwickelte Zellen des Gewebes von Pflanzen-

Archegonium zu spät erreichte, nachdem schon seine Hüllhaut verdickt war. Denn in dem Falle, wo eine wirkliche Vereinigung der beiden Zellen statt hat, den ich, wie bemerkt, häufig in allen seinen Stadien beobachtete, ist die Archegonienzelle immer noch mit einer sehr zarten Cuticula versehen, die erst nach der vollständigen Vereinigung der beiden Zellen sich verdickt (Fig. 27).

*) Pringsheim nennt (Jahrbücher 1860 pag. 480) diese von mir mitgetheilte Entwickelungsgeschichte des Coenogonium-Apotheciums, „ein Beispiel jener dreisten Leichtfertigkeit, mit der Behauptungen aufgestellt und Anspruch auf Entdeckungen gemacht werden."

Auch Schwendener (Flora 1862 pag. 228) erkannte weder den Bau des Archegoniums, noch dessen freie Centralzelle mit den in ihr entstehenden Zellenvegetationen, den Urmutter- und Mutterzellen der Asken, glaubt daher an der Richtigkeit meiner Angaben zweifeln zu müssen.

Schon 1861 hatte ich dagegen Mittheilungen über ähnliche Erscheinungen gemacht, die ich an Agaricus campestris beobachtet hatte (man vergl. weiter unten); ebenso kommt Bary (Fruchtentwickelung der Ascomyceten 1863), durch seine Untersuchungen verschiedener Pilze zu dem von mir oben ausgesprochenen Resultate indem er p. 35 seiner Schrift über die Fruchtentwickelung dieser Schlauchsporenpilze sagt: „Auch für Tuber erweisen sich die Gründe, welche Hofmeister veranlafst haben eine geschlechtliche Befruchtung der Sporenschläuche durch besondere Antheridienzellen anzunehmen, als unzureichend."

„Die bei Erysiphe beschriebenen Erscheinungen machen es dagegen höchst wahrscheinlich, dafs hier die ganze complicirt gebaute Frucht, von der die Asci Theile sind, als ein Produkt geschlechtlicher Zeugung entsteht, in mancher Beziehung der Moosfrucht vergleichbar" etc.

W. Hofmeisters Kritik werde ich weiter unten im Zusammenhange mittheilen.

[1]) Botanische Zeitung 1855 pag. 367.

und Thier Species sind, wurde von Reissek[1]) und mir[2]) vor längerer Zeit ausgesprochen.

Ich wies zuerst die Entwickelung der Hefe aus solchen Gewebezellen und aus dem Mycelium der Pilze nach[3]), indem ich darauf aufmerksam machte, dafs es nothwendig sei, ähnliche Versuche vielfältig und in grofsem Mafstabe anzustellen, um die untere Grenze der specifisch verschiedenen, durch Fortpflanzung sich vermehrenden Pflanzenformen, der eigentlichen Species, kennen und von den durch abnorme Ernährungsverhältnisse der Pflanze hervorgerufenen krankhaften Wucherungen der Elementarorgane unterscheiden zu lernen, welche viele Pflanzenkrankheiten begleitet.

Von Bail[4]) und Hoffmann[5]) sind diese Angaben zum Theil bestätigt worden; ich selbst habe dieselben Beobachtungen seither öfter mit Erlangung derselben Resultate wiederholt.

Dafs die sporenähnlich sich abtrennenden Glieder des in Form eines Fadenpilzes entwickelten Pollenschlauches nicht zu derselben, sondern zu einer gänzlich verschiedenen Form sich entwickeln, mithin nicht das Glied einer Pflanzenspecies seien, zeigte ich durch jene Untersuchung, und durch Hoffmann[6]), Bary[7]), Bail[8]), Caspary[9]) und andere wurde nachgewiesen, dafs auf ein und demselben Mycelium Aeste mit verschieden geformten Sporen entstehen. Die Bedeutung dieser letzteren ist zur Zeit noch nicht erkannt; man weifs nicht, ob es nur durch verschiedenartige Ernährungsweise hervorgebrachte Formverschiedenheiten sind, also Varietäten oder pathologische Produkte, den von mir beobachteten sich anschliefsend: oder ob es vielleicht zwei ungleichwerthige zu einer geschlechtlichen Vereinigung bestimmte Organe einer wirklichen Pilzspecies sind, in welchem Falle zu vermuthen wäre, dafs dieselben wie auch Syzygites dem Prothallium einer vollkommneren Pilzform angehören.

Dahin vereinigen sich die Resultate aller dieser Untersuchungen, dafs allen wirklichen Pflanzenspecies aufser der ungeschlechtlichen Vermehrung der Individuen durch abgetrennte Zellen oder Knospen auch eine Erhaltung der Art durch geschlechtlich erzeugte Keime zukomme, und dafs in dem dazu bestimmten Organe nie ein normal gebildeter Keim ohne Einwirkung des befruchtenden Stoffes entstehe, dafs mithin eine Parthenogenesis bei den Pflanzen nicht vorkomme.

[1]) Nov. Act. Nat. Cur. Acad. Leop. Car. XXI. 2.
[2]) Bot. Zeitung 1848 pag. 457, oben pag. 194 und 1849 pag. 361. Oben pag. 208.
[3]) Ebendas. pag. 364 und 366.
[4]) Botanische Zeitung 1855 und Flora 1857.
[5]) Bot. Zeit. 1859.
[6]) Ebend. 1854 pag. 289.
[7]) Ebend. 1855 pag. 673.
[8]) Ebend. 1855 pag. 673.
[9]) Monatsb. der Berl. Akad. 1856.

Aufser den pag. 320, 322, 337, 341 citirten absprechenden Kritiken*) dieser Abhandlung ist mir noch eine von — —n (Flora 1860 pag. 619) und eine andere von Jessen (Bot. Zeit. 1860 pag. 338) bekannt geworden.

*) Interessant und in mehrfacher Beziehung ihren Schreiber kennzeichnend ist die oben citirte Kritik W. Hofmeisters, in der es heifst:

„Das Verhältnifs des Baues der Stamina der kryptohermaphroditischen Blüthen zu dem der Staubfäden der rein männlichen ist also bei Caelebogyne ein ähnliches (?!), wie das von Authenrieth (de discrim. sex.; Tub. 1821) für Cannabis, das von C. Fr. v. Gärtner für Lychnis diurna kennen gelehrte, und der Verfasser ist sehr im Unrecht, indem er aus der Differenz der von ihm beobachteten Staubfäden von den Darstellungen A. Braun's und Decaisnes der Stamina männlicher Blüthen Zweifel an der richtigen Bestimmung der von Braun untersuchten Herbarienexemplare männlicher Blüthen schöpft." — — —

„Die Veröffentlichung der Entdeckung, zu der glückliche Umstände ihm das Material lieferten, welches ein unglücklicher Zufall einem Manne wie Rob. Brown (?!) [1]) versagte, und die seit Deecke's Beobachtung eines Pollenschlauchs am befruchteten Embryosacke mit Bestimmtheit vorhergesehen werden mufste (!), würde noch dankenswerther sein, wenn ihr nicht eine Menge unangenehmen Ballasts beigefügt wäre." — — —

„Die Behauptungen Karsten's, dafs bei der von ihm in Caracas untersuchten Vaucheria, einer anderen Art als der von Pringsheim beobachteten, der Befruchtungshergang ein anderer sein könne als bei dieser; dafs ferner bei der Vaucheria aus Caracas ein Vorgang von der Wichtigkeit der Befruchtung in zwei so verschiedenen Weisen, wie durch Eintritt eines Spermatozoïds in die Eizelle und durch Copulation des gesammten Inhalts zweier Zellen erfolge — diese Behauptungen stehen auf einer Höhe mit Karstens noch vor Kurzem ausgesprochener Meinung, dafs bei gewissen Phanerogamen (bei Langsdorffia) der Embryo sich recht wohl auch im Pollenschlauchende bilden könne; sie verdienen keine Widerlegung. — Damit nicht genug, benutzt der Verfasser den Pollen der von ihm gefundenen Caelebogyne-Anthere zum erneuten Vorbringen seiner bislang von allen Urtheilsfähigen consequent und verdientermafsen ignorirten Zellen- und Bläschentheorie: die Zwischenkörper Fritzsche's (verdickte Stellen der innern Pollenhaut) sind der Aufsenfläche des Pollenkorns aufgewachsene Schwesterzellchen; die Tüpfel von Holzzellen sind der Innenwand aufgewachsene Tochterbläschen, die Exosporien werden von endogenen Zellen des Pollenkorns oder der Sporen zusammengesetzt; jede Wimper einer Schwämmspore von Vaucheria, eines Spermatozoïds, einer Muscinee oder einer Filicoïdee ist ein haarförmig ausgewachsenes Bläschen. Dergleichen Dinge referiren heifst sie verurtheilen. Wäre nicht der hohe Ton, den der Verfasser gegen andere, der süfse den er anschlägt, wenn er von seinen Leistungen spricht, man müfste zweifeln ob er Ernst oder Scherz treibt. Er überbietet sich noch, wo er zur Aufstellung allgemeiner Gesetze über die Keimbildung kommt, und da, wo er (an die Entwickelungsgeschichte des Apothecium einer Columbischen Flechte anknüpfend) seiner Phantasie die Zügel schiefsen läfst und über die geschlechtliche Fortpflanzung der Pilze und Flechten Prophezeiungen ausspricht. Doch mehr als genug des für diese Veröffentlichung in Anspruch genommenen Raumes; möge das Original nachlesen, wer für Verirrungen sich interessiert." W. H.

In gleichem Sinne und in gleichem Tone ist die Pringsheimsche Kritik, wenn man dergleichen so nennen darf, geschrieben.

[1]) Ob Hofmeister hier absichtslos zwei so heterogene Geister wie Alexander Braun und Robert Brown, der bekanntlich nie Smith's Angabe berücksichtigt hat, verwechselte??

Die Entwickelung der Champignon-Frucht.

Sitzungsbericht der naturforschenden Freunde zu Berlin. 1862. December.

„Herr Karsten sprach über die Entwickelung der Champignon-Frucht, deren erste Anfänge er in den bisher von einigen Botanikern als Spermatien des Myceliums gedeuteten Organen erkannte. Die vom Redner während seiner Reise in Südamerika entdeckte und früher schon veröffentlichte Entwickelungsgeschichte der Flechtenfrucht, welche mit allen ihren Samen (Sporen) gleich den Früchten der Moose und Lebermoose aus einer einzigen Zelle sich hervorbildet, wurde von ihm als Analogon der Entwickelungs-Erscheinungen der Champignon-Frucht betrachtet. Die sogenannten Spermatien des Pilzmyceliums sind nichts weiter als die ersten, meistens unentwickelt bleibenden Anfänge der Pilzfrucht, sterile Fruchtanfänge, die auch bei den Moosen und Flechten regelmäſsig in groſser Menge vorhanden sind. Die entwickelungsfähigen, jüngsten eiförmigen Fruchtanfänge der Pilze sieht man angefüllt mit eiweiſsartigem Stoffe und dieselben werden überwuchert von anfangs einzelnen Fäden des Pilzmyceliums, die fortwährend an Zahl zunehmen und endlich eine dicke Rinde (Peridium, velum) über die inzwischen sich vergröſsernde centrale Ei-Zelle bilden.

Die Früchte (Apothecien) der Flechten entstehen durch Vergröſserung und innere Entwickelung einer Astzelle der Markschicht (Gonidium) in Folge der Vermischung des Inhaltes einer oder einiger Zellen der Rindenschicht, wie dies der Redner in seiner Schrift: „Das Geschlechtsleben der Pflanzen und die Parthenogenesis" ausführlich erörterte; nach Analogie dieses Vorganges vermuthet derselbe, daſs auch eine Vermischung des Inhalts der (oben bezeichneten) fadenförmigen Zellen des Pilzmyceliums mit dem Plasma stattfinde, welches in der eiförmigen Zelle enthalten ist, die den jüngsten Zustand der Pilzfrucht darstellt. Diese Entwickelungszustände legte der Redner in natura vor."

Der unterständige Fruchtknoten.

Tafel XXII.

(Botanische Zeitung 1861.)

Ist der Fruchtknoten der Pomaceen ober- oder unterständig? ist er frei oder mit den äufseren Blumenwirteln verwachsen?

Nachdem von anerkannt tüchtigen Botanikern diese für die Morphologie und Systematik der Pflanzen gleich wichtige und seit den ersten systematischen Versuchen mit Recht berücksichtigte Frage in gerade entgegengesetztem Sinne beantwortet wurde, wird es wohl nicht überflüssig erscheinen, dieselbe noch einmal der Prüfung zu unterwerfen.

Malpighi, der in eine Knospe einer Birnenblume freie Pistille hineinzeichnete (Anat. plant. I. 51. Taf. 33. Fig. 206), war wohl die Veranlassung, dafs auch Duhamel (Phys. d. arbr. I. III. Taf. 3. Fig. 115) eine ähnliche Zeichnung gab; Andeutungen, deren Wiederklänge bis in die neueste Zeit durchdringen, besonders in den Schriften der Anatomen, während die Systematiker fast ohne Ausnahme sich in anderem Sinne aussprachen.

Linné, Jussieu und Endlicher nennen das ovarium ihrer Pomaceen „inferum“ (nur *Photinia* Lindl. wird mit einem ovarium semisuperum, *Stranvaesia* Lindl. mit einem ovarium liberum beschrieben). De Candolle schreibt den Pomaceen carpella calyce adhaerentia zu, ebenso Bartling, Richard und Lindley (dessen Zeichner jedoch, wohl gegen die Ansicht des Autors, der Birne wieder freie Pistille giebt. Vegetable Kingd. 1853 pag. 559). Römer (Handbuch der Botanik 1836 II. pag. 379) scheint diese beiden entgegengesetzten Angaben vereinigen zu wollen, indem er den Pomaceen sprachwidrig ein germen inferum liberum zuschreibt, welches Nees (Handbuch der Bot. II. 295) den Rosen vindicirte.

Bischoff sagt in seinem Handbuche der Term. und Systemk. 1833 I. pag. 483: „verfolgen wir die verschiedenen Formen der Apfelfrucht von der Blüthe an, so finden wir bei manchen die Fruchtknoten schon zur Blüthezeit mit der Kelchröhre verwachsen, z. B. bei *Pyrus Malus*, *P. sylvestris* und *P. Aria*, während sie bei anderen nur an der unteren Hälfte mit dem Kelche verwachsen, nach oben aber frei sind, wie bei *P. communis*, und wieder ganz frei in dem Kelchrohre stehen (*Mespilus*, *Cotoneaster*)“.

Payer beschreibt den Unterschied in der Entwickelung der Fruchtblätter der Pomaceen und der Rosaceen (Traité d'organogénie comparée 1857 pag. 498): „Letztere erscheinen im Grunde des becherförmigen Fruchtbodens, erstere auf

den Wänden desselben; sie sind bei *Cotoneaster* nicht mit ihm verschmolzen (soudés), wie die Systematiker sich ausdrücken, sondern angelehnt (adossés)". In der Blume von *Pyrus* verbindet sich nach Payer die etwas verlängerte Achse mit den Fruchtblättern, so dafs der Fruchtknoten aus zwei Theilen besteht, aus einem unteren Achsenorgane und den oberen appendiculären Organen. — Auch die Zeichnungen Payer's leiden, wie die aller seiner Vorgänger an dem Fehler, dafs die Fruchtblätter viel zu frei gezeichnet sind; man könnte glauben, das adossé solle wirklich ein Anlehnen, nicht Verwachsensein bedeuten. (Die Linie x in Fig. 12 Taf. XXII. zeigt die von Payer a. a. O. in Fig. 35 pl. 102 irrthümlich gezeichnete freie Oberfläche des Fruchknotens von *P. communis*; ähnlich verhält es sich mit *Cotoneaster* Fig. 22—34.)

Caspary (Verhandlungen des naturhist. Vereines der preufs. Rheinlande, Jahrgang XV. pag. XLV), Decaisne (Bull. Soc. bot. de France IV. pag. 339) und Treviranus (Bot. Zeit. 1859 pag. 346) halten gleichfalls die jungen Fruchtblätter von *Pyrus* für vollkommen frei in der Mitte des receptaculum, während später dasselbe, indem es sich von unten nach oben erhebt, mit ihnen verwachse und dadurch einen anscheinend unterständigen Fruchtknoten bilde.

Schacht endlich (Anatomie 1859 II. pag. 310) kehrt wieder zu der von Nees und Römer adoptirten Ansicht Malpighi's und Duhamel's zurück, indem er den Pomaceen einen oberständigen Fruchtknoten, gleich den Ranunculaceen, Amygdaleen etc., zuschreibt.

Wie erklären sich diese auffallenden Widersprüche eines so einfachen, leicht zu erkennenden Gegenstandes?

Der Fruchtknoten von *Pyrus* ist ebenso wie derjenige von *Cydonia*, *Mespilus*, *Amelanchier*, *Cotoneaster* und *Crataegus* zu keiner Zeit seiner Entwickelung frei, daher auch nicht durch späteres Anwachsen an den Kelch unterständig geworden, vielmehr gleich beim Beginn seines Erscheinens unterständig.

Man wird dies mit einem Blicke auf die Linien der Taf. XXII. Fig. 1—11, welche die Umrisse von Längenschnitten durch Blumenknospen von *Pyrus communis* L. in verschiedenen Entwickelungsstufen derselben darstellen, erkennen.

Fig. 1. Längenschnitt durch eine Blumenknospe im Februar; *b* das Deckblatt, *c* der Kelch, mit dem die Anlagen der Blumenblätter *p*, der Staubgefäfse *a* und der kaum über die Oberfläche hervortretenden Fruchtblätter *c'* vereinigt sind und den Scheitelpunkt der Knospe *t* überwuchsen.

Fig. 2. Eine etwas ältere Knospe, deren Umfang und deren äufsere Blattkreise, die Kelch- und Blumenblätter *c* und *p* sich bedeutend vergröfserten. Die Staubgefäfse *a* und die Fruchtblattanlagen *c'* entwickelten sich gleichfalls merklich; von letzteren jedoch fast nur die freie Spitze; ihr unterer in Fig. 1 einen fünfseitigen Cylinder, oberhalb des Scheitels *t* der Achse bildender Theil hat sich nicht verlängert, nur erweitert, und ist mit 5 schwachen Längenwulsten bekleidet, welche mit den 5 höckerförmigen Fruchtblattanlagen *c'* wechseln.

In Fig. 3 einer Märzknospe findet sich das gleiche Verhältnifs in dem Wachsthume der oberen zu dem der unteren Theile der Knospe; doch ist hier die innere Fläche jedes der fünf Fruchtblattanlagen *c'* am Rande mit zwei von seiner Spitze beginnenden Längenwulsten bekleidet, wodurch jedes der kegelförmigen Körperchen

rinnenförmig wurde. — Der Längenschnitt hat ein Fruchtblatt *c'* durch die Mittellinie getroffen, zwischen den beiden gegenüberstehenden *c''* ist er hindurchgegangen.

In Fig. 4 hat sich der aus den verwachsenen äufseren Blumenorganen bestehende discus gleichfalls ausgedehnt, besonders der Theil über den Fruchtblattanlagen, wodurch die Staubgefäfsanlagen auseinander gerückt und die senkrecht über den Fruchtblättern stehenden durch einen Theil des discus von denselben getrennt wurden. Kaum merklich hat sich die Basis *o* dieser Fruchtblattanlage gestreckt, auf deren 5 Längenwulsten sich die Randleisten der Fruchtblätter hinab verlängern.

In Fig. 5 ist die Längenstreckung aller Organe noch bedeutender, die Form der unteren Theile derselben tritt deutlicher als ein ihnen zugehöriger, zu einem becherförmigen Organe vereinigter Theil hervor, in dessen Grunde der Scheitelpunkt *t* der Achse sich etwas erhoben hat. Auf jeder der 5 Leisten erheben sich zwei deutliche Längenwulste als Fortsetzung der beiden aneinander grenzenden Randleisten zweier benachbarter Fruchtblattanlagen.

Fig. 6 stellt einen bedeutend vorgeschrittenen Entwickelungszustand der Knospe dar. Die Staubbeutel der sehr auseinander gerückten Staubgefäfse werden von längeren Staubfäden getragen. Die Randleisten der innern Seite der freien Fruchtblatttheile, die sich auf die mit diesen letzteren alternirenden Längenwülste der vereinigten Basis derselben bis zu dem Scheitelpunkte der Achse hinab fortsetzen, haben sich so stark allseitig ausgedehnt, dafs sie sich seitwärts untereinander berühren, wodurch diese unteren rinnenförmigen Hälften der Fruchtblätter zu geschlossenen Röhren werden, in welche die Samenknospen *ov* hineinwachsen, die nebeneinander an den jetzt vereinigten Fruchtblatträndern entstehen.

Fig. 7. Querdurchschnitt eines 4gliedrigen Fruchtknotens, etwas schräg durchschnitten, so dafs das Fruchtblatt *a* tiefer liegt als das gegenüberstehende *b*. Bei jenen sind jederseits die leistenförmigen Vorsprünge (α und β) noch ungetheilt, während sich dieselben neben *b* etwas höher hinauf schon zu theilen beginnen oder schon zweiarmig sind (γ und δ).

Fig. 8. Ein Fruchtknoten, dessen Saamenknospen schon eine Hülle erhielten, im Längenschnitte. Oberhalb des Fruchtknotens hat sich das vereinigte Gewebe *d* der Staubgefäfse mit den Blumenblatt- und Kelchwirteln bedeutend ausgedehnt zu einem discus epigynus. Ebenso hat sich der Scheitel der Achse *t* zwischen den in der Mittellinie des Fruchtknotens noch immer nicht verwachsenen Fruchtblättern bedeutend verlängert.

Fig. 9. Ein Querdurchschnitt durch die Basis des Fruchtknotens Fig. 6 und durch die in jeder Fruchtblatthöhle zu zweien nebeneinander liegenden Saamenknospen.

Fig. 10. Ein Durchschnitt durch den Scheitel desselben Fruchtknotens unterhalb der Griffel.

Fig. 11. Ein Durchschnitt durch die 5 nebeneinander liegenden Griffel dieses Fruchtknotens.

Die späteren Entwickelungsstufen der Birnenblume noch weiter vorzuführen, ist wohl kaum nöthig, um zu überzeugen, dafs von freien Fruchtknoten, wie Malpighi und Duhamel sie hier darstellen und wie Nees, Römer und Schacht sie nennen, keine Rede sein kann.

Ein ovarium superum würde hier entstanden sein, wenn eine Fruchtknoten-

entwickelung nicht unterhalb der freien Fruchtblatttheile, aus ihrer mit dem Kelche vereinigten Basis, stattgefunden, sondern wenn die Saamenknospen sich, wie bei *Calycanthus* und *Rosa*, innerhalb dieser freien Organe selbst gebildet hätten.

Ebenso wenig wie die Fruchtblätter hier vollkommen frei oder oberständig genannt werden können, ebenso wenig hängt ihre unterständige Stellung von einem späteren Anwachsen an das zusammenhängende Gewebe der äufseren Organenwirtel der Blume ab. Der anfangs freie Theil der Fruchtblätter, die Anlage der Griffel und Narben, bleibt immer frei, und der später mit dem Kelche verwachsene Fruchtknoten ist schon gleich beim ersten Auftreten die innere Oberfläche der vereinigten Kreise der Blumenorgane, welche, indem sie die Placenten trägt, vollkommen die Funktion der Fruchtblätter ausführt und die wir hier mit gleichem Rechte carpella calyce adnata nennen, wie wir die den Blumenblättern angewachsenen Staubbeutel bei *Grevillea*, *Hakea* und *Viscum* oder die dem Griffel angewachsenen bei *Orchis* als antherae adnatae bezeichnen, und wie wir auch bei *Pyrus* antherae calyce adnatae haben würden, wenn dieselben in dem Entwickelungsstadium der Fig. 3 u. 4 schon mit Pollen sich füllten, statt an der Basis noch weiter zu Staubfäden auszuwachsen und sich vom Kelche dadurch weiter zu entfernen.

Die Bezeichnung eines unechten unterständigen Fruchtknotens für das ovarium von *Pyrus* und der übrigen oben genannten Pomaceen ist daher ebenso unpassend, wie die des freien unterständigen für dies Organ unrichtig und widersinnig ist.

Die Ansicht Payer's, dafs das Innere des Fruchtknotens von *Pyrus* aus appendiculären und Achsentheilen bestehe, trifft weniger zu, je mehr er sich entfaltet, da der Achsentheil bei seiner geringen Entwickelung fortwährend mehr in den Hintergrund tritt. Jedenfalls hat dieser Achsentheil, der zur Verschmelzung der Basis der Fruchtblätter wohl etwas beiträgt, keinen besonderen Einflufs auf die Bildung der Saamenknospen oder gar Antheil an denselben, da die Saamenknospen an den Rändern der Fruchtblätter entstehen, bevor das freie Ende der Achse mit ihrer Basis verwuchs und zwischen ihnen einige Ausdehnung erreichte.

Bei *Cydonia* entstehen diese Saamenknospen an den schon ziemlich weit entwickelten Fruchtblatträndern in der Art, dafs sowohl unterhalb wie oberhalb der zuerst auftretenden sich neue bilden; die untersten und obersten Saamenknospen also die jüngsten sind.

Gleich dem Fruchtknoten der Pomaceen ist auch derjenige der Puniceen ein unterständiger. Letzterer unterscheidet sich nur von jenem darin, dafs die Fruchtblätter nicht in einen, sondern in zwei Wirtel gestellt sind oder vielmehr in eine Spirale. Ferner entwickeln sich die, unterhalb der zuerst auftretenden freien Spitze der jungen Fruchtblätter, nicht an deren Spitze selbst erscheinenden Randwülste nicht gleichmäfsig in ihrer ganzen Breite zu Scheidewänden der Fruchtknotenhöhle, sondern es findet anfangs vorzugsweise in den vereinigten Rändern der von dem Centrum des Fruchtknotens wieder nach dem Rücken der Fruchtblätter zurückgewendeten rudimentären Blattflächen (die späteren Scheidewände) diese Entwickelung statt, so dafs zu dieser Zeit die Placenten wie kleine Knospen vor den freien Theilen der Fruchtblätter stehen.

Die weitere Entwickelung dieser Placenten mit ihren zahlreich sie bedeckenden

Saamenknospen schreitet dann nach der Basis hin vor, eingeschlossen von den Blattflächen, die mit den benachbarten, neben und unter oder über ihnen stehenden Fruchtblättern vereinigt sich als die Scheidewände hervorbilden, während die zuerst hervorgetretenen freien Theile der Fruchtblätter mit einander verschmelzen und zum Griffel sich verlängern.

Auch dieser Fruchtknoten ist daher weder frei noch scheinbar unterständig zu nennen; es ist ein typisch unterständiger Fruchtknoten. —

Ein ähnlicher Irrthum, wie dieser, der dem sogenannten unechten unterständigen Fruchtknoten seine Entstehung gab, verführte zu der Ableitung der übrigen unterständigen Fruchtknoten aus Achsentheilen; eine Idee, die wieder neue Irrthümer in Bezug auf die Natur des discus mit sich führte.

Ein vorzüglicher Character der Blume liegt darin, dafs die Längen-Entwickelung und Entfaltung der Achse in derselben mehr oder minder vollständig unterdrückt ist, so dafs die Blattorganenkreise, die seitlichen Ausbreitungen der Achse, auf der bis auf deren Basis (die Knoten) reducirten Achse (dem receptaculum floris) gedrängt beisammen stehen.

Entwickelt sich in einer Blume die Achse zwischen den die Blattorgane tragenden Knoten, so werden natürlich die Organenkreise derselben dadurch mehr oder weniger von einander getrennt, wie bei den Sileneen, den Passifloren, Capparideen etc.

Dagegen sehen wir in der perigynen Blume, z. B. bei den Drupaceen, die äufseren dieser Blattwirtel auch unter sich mehr oder weniger vereinigt, und in der Punica- und Pomaceen-Blume hat sich der Perigynie noch das ovarium inferum hinzugesellt, da hier nicht nur die Staubfäden, sondern (wenn wir mit Lindley die *Photinia* und *Stranvaesia* ausnehmen) auch die Fruchtblätter theilweise mit dem Kelche vereinigt sind, indem sich die Basis aller dieser Organenkreise, ohne von einander gesondert zu sein, im Zusammenhange über die in der ferneren Entwickelung unterdrückte Achse (dem receptaculum floris) hervorbildet.

Diese Vereinigung aller Blattkreise der betrachteten Blumen und deren Emporwachsen über die centrale Achsenspitze bei vorherrschend peripherischer Längenstreckung bewirkt es, dafs der innerste derselben, der Fruchtblattkreis, unterhalb aller äufseren Wirtel steht, weshalb er dann als unterständiger Fruchtknoten bezeichnet wurde.

Nicht die vollständigen Stempel bilden sich bei den Pomaceen aus den freien Theilen der Fruchtblätter, wie bei den Rosaceen, sondern die Griffel und Narben allein entwickeln sich aus denselben. Ihre mit dem vereinigten Gewebe der Basis aller äufseren Blumenorgane verwachsenen Fruchtknoten entfalten sich im Uebrigen in vollkommen regelmäfsiger Weise, wie die freien mehrfächrigen Fruchtknoten der Rhexien, Ericaceen und Anderer, deren Scheidewände von der Wandung des Fruchtknotens in sein Centrum hineinwachsen.

Die den Fruchtknoten zusammensetzenden Blattorgane stehen in einem Kreise (bei den Puniceen in einer Spirale) um den Scheitelpunkt der Achse und verwachsen an den Bauchnäthen mehr oder minder spät, oder nie vollkommen, mit einander.

Die Vereinigung der unteren Regionen der die Blume constituirenden Blattorgane für eine Ausbreitung der Achse halten zu wollen, liegt kaum ein anderer Grund vor, als die äufsere Aehnlichkeit mancher dieser Bildungen mit der Feige und

der Blüthe der Syngenesisten. Die Uebertragung der Erklärung dieser eigenthümlichen Entwickelung eines Blüthenstandes auf die einzelne Blume mufste natürlich die gröfsten Irrthümer und Inconsequenzen mit sich führen, wie wir sie denn auch in den Schriften der Schleiden'schen Schule auf jedem Schritte antreffen.

Schleiden selbst nennt z. B. (Med. Bot. pag. 314) die vereinigte Basis des Kelch- und Staubfaden-Kreises bei *Alchemilla, Sanguisorba* und *Poterium* „discus", während er die gleichen Theile der Thymeleen als Blüthendecke bezeichnet, erklärt also dieselben bei erstgenannten Pflanzen für Theile des Stengels (l. c. pag. 80—82), bei Letzteren für Blätter. Die Perigonröhre der Irideen wird durch die Verwachsung der beiden Blumendeckenwirtel entstanden erklärt, während das gleichnamige Organ der Onagrarien wieder für einen discus, einen röhrenförmigen Stengel, ausgegeben wird. Die vereinigte Basis der Blumenkrone und der Staubfäden der Labiaten, Scrophularineen und der übrigen Gamopetalen wird Blumenkrone genannt, während bei den Laurineen Stengelglieder in den verwachsenen Organentheilen erkannt werden.

Folgt man Jussieu, De Candolle und Richard darin, die Staubgefäfse der Labiaten und Thymeleen als der Blumenkrone und dem Kelche angewachsen zu betrachten, so liegt darin schon die Zustimmung, die Fruchtblätter der Asarineen gleichfalls als mit dem Kelche vereinigt anzusehen und durch eine solche Verwachsung blattartiger Organe überall den unterständigen Fruchtknoten zu erklären.

Als eine besondere Stütze für die Auffassung der Achsennatur des unterständigen Fruchtknotens wird von den Vertretern dieser Lehre (Schacht Anatomie II. pag. 312) der Fruchtknoten der Cacteen ausgeführt, und allerdings haben die Cacteenfrüchte, wenn wir diejenigen von *Rhipsalis, Melocactus, Mamillaria* und mancher Cereen (*Gymnocalycium* Pf. und *Malacocarpus* Salm) ausnehmen, dadurch, dafs auch die der Blume zunächst stehenden Bracteen mit den Organen der Blumenwirtel vereinigt sind, — dafs diese der Blume zunächst stehenden und mit dem Fruchtknoten verwachsenen Blätter unter Umständen ihre Achselknospen entwickeln, dadurch ferner, dafs sich aus ihnen Wurzeln hervorbilden, sowie dadurch, dafs diese Blumen nicht selten, wenn ihre Entwickelung frühzeitig gehemmt wird, eine rückschreitende Metamorphose eingehen und wieder die Achsennatur annehmen — eine nicht geringe äufsere Aehnlichkeit mit den vegetativen Organen derselben Pflanzen.

Aber gewifs wird jeder vergleichende Morphologe auch nicht mehr als eine nur äufsere Aehnlichkeit mit dem Stengel in allen diesen Eigenschaften erkennen, denn ebenso wenig als die Staubfäden von *Corylus* und *Juglans* Aschengebilde sind, weil der Kelch, auf dem sie stehen, mit dem zur Blume gehörigen Deckblatte verwachsen ist; ebenso wenig kann das Angewachsensein einer oder einiger Bracteen an den Kelch, wie es die Ribesfrüchte nicht selten, die Cereen, Echinocacteen und Pereskien meistens in grofser Vollkommenheit zeigen, einen Beweis für die Achsennatur der Fruchtblätter abgeben, die hier vermittelst der äufseren Blumenwirtel dann gleichfalls mit diesen Deckblättern vereinigt sind. Auch kann weder die Durchwachsung, noch die Vergrünung als Beweis dafür dienen, da dieselbe sehr häufig auch Blumen mit oberständigem Fruchtknoten betrifft, von welchem letzten Willkomm in seinem Lehrbuche pag. 496 einen sehr interessanten Fall berichtet, den er an *Amygdalus* beobachtete: noch das Wurzelungsvermögen des Blumenstieles der Cac-

teen[1]), welches derselbe mit dem Stiele vieler anderen Blumen, z. B. der Rosen, theilt, oder die Entwickelung der Blattknospen aus den Achseln der angewachsenen Deckblätter. Das Knospenbildungsvermögen des Cacteencambiums ist so allgemein über den ganzen Organismus dieser Pflanzen verbreitet und tritt so häufig durch die Entstehung von Adventivknospen an den verschiedensten Organen ein, daſs die Entwickelung vorhandener Achselknospen dieser Blumen-Deckblätter nie zur Deutung der Natur der unterständigen Fruchtblätter Anhaltspunkte wird geben können.

Die nackten Blumen der oben genannten Gattungen ***Rhipsalis***, ***Melocatus*** etc. zeigen bis auf die fehlende Entwickelung der Scheidewände des Fruchtknotens ganz den gleichen Bau, wie die eben beschriebenen Pomaceenblumen. Ein Blick auf die Fig. 14 der Taf. XXII. gezeichnete längsdurchschnittene Knospe der ***Mamillaria pusilla*** wird hiervon überzeugen. Bei den Arten von ***Gymnocalycium*** Pf. nehmen, wie hin und wieder bei ***Ribes***, einige blattförmige Deckblätter an der Vereinigung, in der sich die Organe der Blume entwickeln, Theil; und bei den Cereen, Opuntien und Pereskien sind in der Regel eine gröſsere Anzahl solcher Deckblätter mit ihrer Haar- und Stachelbüschel tragenden Achselknospe oder auch letztere allein deckblattlos, theils mit dem an dem Fruchtknoten angewachsenen Kelchrohre, theils mit dem freien Theile desselben vereinigt.

Fig. 13 u. 15—17 zeigen einige frühe Entwickelungsstadien der Blume von *Cereus speciosissimus.* Man sieht, daſs auch hier, ebenso wie in der Pyrusknospe, die Basis der Blumenorgane, von dem Kelch- bis zum Fruchtblattwirtel, gemeinschaftlich über das receptaculum floris emporwächst[2]), und zwar, wie dort, mit vorherrschender Längenstreckung der peripherischen Theile, so daſs die vereinigte Basis der Kelch- und Blumenblätter (Fig. 13 u. 14) sich bedeutender streckt, als die mit ihnen gleichfalls vereinigte Basis der Staubgefäſse und Fruchtblätter, welche letztere später an der inneren Oberfläche eben dieses, den Staubgefäſsen und dem Blumenrohre anhaftenden Theiles (Fig. 17, *o*) die Saamenknospen entwickeln, also zum Fruchtknoten werden, welcher die Achsenspitze *t* überwächst und überwölbt, während die zuerst erschienenen freien Spitzen derselben *c'* sich zu dem langen Griffel mit seinen Narben vereinigen. —

Nur darin zeigt sich ein Unterschied, daſs, wie bemerkt, in dieser Cereenblume eine Anzahl von Deckblättern (*b*), welche in der jüngsten Knospe oft nicht von den Kelchblättern (Fig. 16 u. 17, *p*) zu unterscheiden sind, denen sie unmittelbar angrenzen, gleichfalls in die Längenstreckung des Basalgewebes der Blumenorgane eingeht und daher mit ihnen gemeinschaftlich über den Blumenboden sich in die Höhe streckt, also dem freien Kelchrohre und dem Fruchtknoten angewachsen erscheinen, und zwar theils auf dem eigentlichen, innen hohlen Fruchtknoten, theils auf dem untern, dichten Theile desselben, der eigentlich als Stiel der Blume zu betrachten ist, stehend.

Die Fig. 15 zeigt eine junge Blumenknospe im Längenschnitt, die sich kaum durch Anderes von einer Blattknospe unterscheidet, als durch die Zeit der Entwicke-

[1]) Dieser Blumenstiel ist mit der Blume nicht gegliedert, wird deshalb meistens für den unteren Theil des Fruchtknotens selbst gehalten, wie es auch bei *Caryophyllus* geschieht, wo dasselbe Verhältniſs stattfindet.

[2]) Auch hier ist es natürlich unrichtig, das sich vertikal streckende Basalgewebe der Blumenorgane für das receptaculum floris selbst zu erklären, da wir, wie oben angedeutet, dann auch den unteren Theil der Blumenkrone der Labiaten etc. etc. für einen Theil des Blumenbodens, für ein Achsenorgan, zu halten hätten.

lung und die gröfsere Abplattung des Scheitels, der hier noch ohne eine Andeutung von Blattorganen ist.

In Fig. 16 sind mehrere Kreise jüngerer Blattanlagen innerhalb der Deckblätter *c* und der Perigonwirtel *p* auf dem fast flachen Scheitel entstanden, dessen innerster centraler Theil allein noch frei von solchen Blattanlagen ist, als unbedeckter äufserter Scheitelpunkt der Achse. Es sind die Staubfadenkreise und der Fruchtblattkreis beide in Fig. 17 bedeutend vergröfsert, und zwar besonders durch Entwickelung ihrer gemeinschaftlichen Basis vergröfsert, die den Scheitel *t* der Achse überwächst, welcher dadurch zur Basis der cylindrischen Fruchtknotenhöhlung wird, die in Fig. 13 schon völlig geschlossen ist. In Fig. 17 ist die Längenstreckung des Basalgewebes der Blumenorgane in seinem centralen Theile noch etwas gröfser; die freien Theile der Fruchtblätter — welche in Fig. 13 zu dem langgestreckten Griffel mit seinen Narben sich vereinigt haben — und die ihnen benachbarten inneren Staubgefäfskreise stehen noch etwas höher als die äufseren Staubgefäfskreise und die Blumenhüllblätter. Von jetzt an aber tritt das umgekehrte Verhältnifs in der Längenstreckung dieser Gewebeschicht ein, so dafs die Staubgefäfse und die Perigonblätter, sowie ein Theil der Deckblätter, wie in Fig. 13, hoch über die mit ihnen vereinigte Basis der Fruchtblätter emporgehoben werden.

Zugleich findet in dieser Cacteenblume das bemerkenswerthe Verhältnifs statt, dafs die innersten Staubgefäfskreise früher entstehen als die äufseren, und auch in ihrer Entwickelung diesen äufseren anfangs etwas voraneilen, später jedoch in der Entfaltung wieder etwas hinter jenen zurückbleiben, indem der Pollen sich in den äufseren zuerst vollkommen ausbildet und aus ihnen hervortritt.

Diese frühere Anlage der innersten Staubgefäfskreise vor den nächst äufseren bildet eine Ausnahme von dem bisher allgemein gültigen Gesetze der continuirlichen Entstehungs- und Entwickelungsfolge der blattartigen Organe von den unteren (älteren) zu den oberen (jüngeren) Stengeltheilen; es erinnert dieselbe an die frühere Entstehung der inneren Eihülle vor der äufseren, die bisher als das morphologische Unterscheidungsmerkmal der Saamenknospe von einer Blattknospe galt. —

Ueber Zizania aquatica, Linn.

Hierzu Taf. III *a*.

(Zeitschrift für Acclimatisation, Jahrg. 1861.)

Die Zizania aquatica L. Spec. pl. (Z. palustris, L. Mant. Hydrochloa P. B. Hydropyrum esculentum Lk. hort. berol. Melinum Lk. Handb.)[1]) ist ein rohartiges, die Sümpfe und langsam fliefsenden Gewässer Nordamerikas bewachsendes Gras mit blaugrünen Blättern und mit Blumen getrennten Geschlechtes, welche, an einer und derselben Pflanze in männlichen und weiblichen Aehren beisammenstehend, eine ausgebreitete, dem Hafer ähnliche Rispe bilden. Den Namen Wasserhafer hat das Gras wohl dieser Eigenschaft wie auch der dem Hafer ähnlichen Form seiner Früchte zu verdanken. Die systematische Botanik weist der Zizania aquatica wegen des Baues ihrer Spelzen neben dem Reis (Oryza) und der Leersie (Leersia) ihren Platz an. Der Name Wasserreis, Wildreis ist ihr zum Theil vielleicht defshalb gegeben. Da in der männlichen Blume ebenso wie in der des Reises sechs Staubgefäfse vorhanden sind, stellte Linné diese Pflanze in die sechste Ordnung seiner 21. Klasse (Monoecia Hexandria).

Der Werth dieser Pflanze als Nahrungsmittel für Thiere und Menschen ist durch verschiedene Berichte des Acclimatisations-Vereines auch in Europa bekannt geworden, und der Wunsch, die der Cultur bisher fast völlig unzugänglichen Ländereien durch den Anbau dieses Futter- und Getreidegrases nutzbar zu machen, ist seinem Ziele näher geführt worden durch das jetzt schliefslich erlangte Resultat, keimfähige Samen in gröfserer Menge aus Nordamerika zu erhalten.

Nach den Beobachtungen und Berichten des Herrn Consul Friedr. Kühne in New-York wächt diese nützliche Pflanze von Arkansas und Kentucky im Süden bis nach Canada hinein durch die ganze Breite des Continentes an überflutheten Orten, die ohne Zweifel im Winter bis auf den Grund ausfrieren und im Sommer nicht selten trocken gelegt sind.

Linné giebt von seiner Zizania aquatica (die nach neueren Untersuchungen identisch mit der Z. palustris ist)*) an, dafs sie in Virginien und Jamaica wachse, wonach der von Herrn Consul Kühne angegebene Verbreitungsbezirk noch bedeutend erweitert würde.

[1]) Falls die Trennung der Arten der Linné'schen Gattung Zizania in zwei Gattungen ausgeführt werden müfste, so würde die Zizania aquatica L. Hydrochloa aquatica zu benennen sein.

*) Gleichzeitig mit dieser Untersuchung wurde in der Linnaea von v. Schlechtendal diese Frage gründlich erörtert.

Der Vorstand des Vereines beehrte mich mit dem Auftrage der anatomischen Untersuchung der Früchte dieser interessanten Pflanze, um durch dieselbe nicht nur die morphologischen Eigenschaften dieser kennen zu lernen, sondern auch eine annähernd richtige Kenntnifs von ihrem Gehalte an Nahrungsstoffen zu erlangen.

Die mir übergebenen, noch in den Spelzen lose eingeschlossenen Früchte sind in natürlicher Gröfse in Fig. 1 und 2 dargestellt.

Die Samen der Zizania aquatica sind, wie die der Gräser überhaupt, bekanntlich mit der Fruchthülle verwachsen; der gewöhnlich Gras-Same genannte Körper ist also die Grasfrucht. In 1. sieht man die Frucht von der Rückseite, d. h. bedeckt von der breiteren und längeren, von drei stärkeren und vier schwächeren Rippen durchzogenen Spelze, die in Fig. 4 ausgebreitet gezeichnet wurde.

In 2. ist dieselbe Frucht von der Bauchseite dargestellt, man sieht hier die kleinere Spelze von den Rändern der gröfseren umfafst.

In 3. ist das obere Ende dieser kleineren dreinervigen Spelze aus der sie umfassenden gröfseren hervorgezogen; in 5. ist sie ausgebreitet besonders gezeichnet.

Die reife, von den Spelzen befreite Frucht ist bräunlich grün, längs der nach der Spindel gewendeten Seite (Bauchseite) von einer dunklen, scharf abgegrenzten Linie der Länge nach durchzogen, welche der Mittelrippe des Fruchblattes entspricht und welche in der auf dem Scheitel der Frucht befindlichen Griffelbasis endet. Auf der äufseren, nach der gröfseren Spelze gewendeten Seite (Rückenseite) der Frucht liegt der Embryo, dessen Gewebe fast den siebenten Theil der Frucht einnimmt, und der, wie immer bei den Gras-Samen, an einer Seite und nach der Basis des Eiweifses zu, aufserhalb desselben liegt, welches fast die übrigen $\frac{6}{7}$ Theile der Frucht ausfüllt. Das Gewebe der Fruchthäute und Samendecken, welches das Eiweifs und den Embryo umgiebt, ist sehr geringe.

Fig. 7 stellt eine vergröfserte reife Frucht längsdurchschnitten dar; bei *a* ist der Anheftungspunkt derselben an den Stiel, an dem auch die Spelzen angewachsen sind, *b* ist die Basis des Griffels. Der mit seiner Rückenfläche dem Eiweifse angewachsene Samenlappen ist fast so lang als die Frucht; er umhüllt vollständig die übrigen Theile der jungen Keimpflanze, da er von seiner Anheftungsstelle an den Stengel nicht nur nach oben hin über die nächst jüngeren Blätter, sondern auch nach unten ringsum abwärts sich über das Wurzelende des Embryo ausdehnte und dasselbe scheidenförmig überwuchs (das Wurzelscheidchen, die coleorrhiza Mirbel's) der Scheide ähnlich, die den Blüthenstiel der Armeria von den Hüllblättern abwärts überzieht, während seine freien Ränder, dort wo sie an die oberen jüngeren Theile (der plumula) der Keimpflanze grenzen, über diese hin sich ausdehnten, dieselbe vollständig einhüllend.

An der stengelumfassenden Basis des Samenlappens findet sich an der Seite des Knotens, welche dem eigentlichen Samenlappen gegenüber liegt, der dem Eiweifse angewachsen ist, ein Organ, welches schon früher an verschiedenen Grasembryonen z. B. an Olyra, Triticum, Avena, Lolium beobachtet wurde, jedoch bei keinem so deutlich und vollkommen ausgeprägt vorkommt, als bei diesem Zizanien-Samen. In 7. ist es bei *c* längsdurchschnitten zu erkennen. Mirbel, De Candolle, Bischoff und andere ausgezeichnete Morphologen glaubten dieses Organ als zweiten Samen-

lappen deuten zu dürfen, wonach die Gräser als die den Dicotylen nächst verwandte Familie der Monocotylen erscheinen würde.

Schon in meiner Untersuchung der Vegetations-Organe der Palmen habe ich jedoch darauf hingewiesen, dafs dies Blättchen vielmehr nur als Anhangs-Organ des Samenlappens anzusehen ist, wie ein solches auch an den Stengelblättern mancher Gräser, z. B. der Melica uniflora und anderen stengelumfassenden Blättern, z. B. bei Palmen Taf. V. Fig. 3*a* und Compositen vorkommt.

Auch dieser blattförmige Anhang der Samenlappenbasis wird von den Rändern des ausgewachsenen Samenlappens umfafst, wie Fig. 15 zeigt, so dafs man aus der Knospenlage dieser Organe vermuthen könnte, es stehe dieses Anhängselchen des Samenlappen etwas höher an der Achse als der Samenlappen selbst, was jedoch, wie gesagt, nicht der Fall ist.

Während des Keimens löst sich die Frucht gänzlich von dem kurzen Stiele, bleibt aber gewöhnlich noch von den Spelzen umhüllt. Die gröfsere derselben zerreifst an der Basis der Länge nach, neben der Mittelrippe, dem Keimlinge gegenüber, und dieser tritt dann während des Keimens aus dem Spalt hervor, wie es in Fig. 8 gezeichnet ist.

Durch diese Einrichtung bleibt also die nahrungsstoffreiche Frucht bis nach der Keimung durch die harten, rauhen Spelzen vor den Nachstellungen vieler im Wasser lebender Thiere gesichert, die den zarthäutigen stärkemehlreichen Samen gewifs vertilgen würden.

In Fig. 9 ist ein solcher gekeimter Same aus den Spelzen herausgenommen gezeichnet.

Gleichzeitig mit der Knospe des Keimlings dehnt sich auch das Würzelchen aus, noch eingeschlossen in seiner Scheide, welche sich gleichfalls etwas verlängert, doch bald von dem bedeutender sich verlängernden Würzelchen an seiner Spitze durchwachsen wird; zugleich wird der Samenlappenanhang durch das schwellende Knöspchen des Keimlings von dem Körper desselben, an dem es anlag, entfernt und nach aufsen gedrängt, so dafs es in diesem Zustande, der in Fig. 10 u. 11 gezeichnet ist, besonders deutlich erkannt wird.

In Fig. 12 wurde aus diesem gekeimten und vergröfsert gezeichneten, der Länge nach durchschnittenen Samen die Keimknospe (*k*) herausgebogen und mit dem Schüppchen (*c*) vergröfsert gezeichnet.

Das erste eigentliche Stengelblatt (*f*, Fig. 10 u. 11) steht an dem sich verlängernden Stengelchen etwa 90° von dem Anheftungspunkte des Mittelnervens vom Samenlappen entfernt.

Das kleinzellige Gewebe des Eiweifskörpers (13*a*) ist vollständig angefüllt mit sehr kleinen Stärkemehlbläschen von eckiger oder rundlicher Form, die keine Schichtung oder irgend eine Struktur erkennen lassen. Sie bestehen aus einer dicken, durch Jod blau werdenden Wandung, und an den gröfseren erkennt man eine centrale Höhlung, die sich unter Wasser mit Flüssigkeit füllt. Die Gewebe des Keimlings dagegen werden durch Jodlösung gelb gefärbt, was darauf schliefsen läfst, dafs ihr Gehalt aufser Gummi und Zucker aus Stickstoffverbindungen (Proteinsubstanzen) besteht. Nur einzelne und etwas gröfsere Stärkemehlkügelchen, als in dem Eiweifse,

finden sich in dem Gewebe des Keimlings, und zwar vermehren sich diese während der Keimung.

Auch in einer Zellenschicht, welche das Eiweifs zunächst umgiebt und von dem Fruchtgewebe trennt (13*p*), sind Proteinsubstanzen enthalten, ähnlich wie dies von den übrigen Getreidearten bekannt ist. Der Embryo ist nicht von dem Fruchtgewebe durch diese Zellenschicht getrennt, die entweder als Epidermalschicht des Eiweifses oder als Rest der Samenschale zu deuten ist. Die Zellen des Eiweifskörpers sind in radial gestreckte Gruppen vereinigt, die mehr oder weniger symmetrisch um die Mittellinie der Frucht (14) oder um den Keim (13, 14) geordnet sind, ohne Zweifel den Mutterzellen der Eiweifszellen entsprechend. Die Wandungen aller dieser parenchymatischen Eiweifszellen sind sehr zart und scheinen schon durch kaltes Wasser gelöst oder wenigstens erweicht zu werden; vielleicht liegt darin die Ursache der Schwierigkeit, das Stärkemehl aus den zerriebenen Samen durch Auswaschen zu trennen, da dasselbe lange suspendirt und mit den übrigen Substanzen gemischt bleibt.

Da die Zellenwände des Albumens der Zizania so sehr zart sind, kann man die Quantität des in demselben enthaltenen Stärkemehls zusammengenommen mit dem im Embryo enthaltenen auf 75 pCt. von dem ganzen Gewichte der Frucht schätzen, während Gummi, Zucker und die Proteisubstanzen, welche in dem Gewebe des Embryo und in der das Eiweifs umgebenden Zellenschicht enthalten sind, etwa ein Drittel dieses Gewebes, also fast 5 pCt. von dem Gewichte des ganzen Samens ausmachen. —

Die anatomischen Verhältnisse dieses Getreides mit denen des Hafers, des Reises und des Roggens verglichen, lassen vermuthen, dafs die Zizanienfrüchte ärmer an Stärkemehl als der Reis, aber reicher an demselben als der Hafer und Roggen sind, dafs sie an Gehalt von Zucker, Gummi, Pflanzenleim und anderen Stickstoffverbindungen hinter dem Roggen zurückstehen, jedoch mehr von demselben als der Hafer und Reis enthalten: dafs mithin die Früchte des Wildreises oder Wasserhafers als Nahrungsmittel einen mittleren Werth unter den genannten Früchten einnehmen möchten.

Wenn demnach schon der Futterwerth dieses Grases, welches sich mit einem Boden begnügt, den die gröfste Mehrzahl der Futter- und Nahrungspflanzen verschmäht, seinen Anbau in dem bevölkerten Europa höchst wünschenswerth erscheinen läfst, so dürfte auch in Zeiten der Misernten unserer Getreidearten und der Kartoffeln, z. B. in sehr regnerischen Sommern, diese nahrungsreiche, von den Nordamerikanern als Speise benutzte Brodfrucht ein erwünschtes Ersatzmittel derselben sein.

Erklärung der Zeichnungen

zur Zizania aquatica L.

Fig. 1. Die noch in den Spelzen eingeschlossene Frucht von der Rückenseite.
Fig. 2. Dieselbe von der Bauchseite.
Fig. 3. Dieselbe mit hervorgezogener kleiner Spelze.
Fig. 4. Die grofse Spelze ausgebreitet.
Fig. 5. Die kleine desgleichen.
Fig. 6. Ein Theil der grofsen Spelze unterhalb der Spitze vergröfsert.
Fig. 7. Die Frucht längs durchschnitten, 5 mal vergröfsert, *c* Samenlappenanhang und Samenlappen.
Fig. 8. Die noch in den Spelzen befindliche gekeimte Frucht; (in natürlicher Gröfse, wie auch No. 1—5 u. 9—11).
Fig. 9. Diese Frucht aus den Spelzen herausgenommen.
Fig. 10 und 11. Entwickeltere Keimpflanzen.
Fig. 12. Der untere Theil eines keimenden Samens *c* und *c'*, wie in Fig. 7, *k* die inneren Theile des Keimpfläntzchens.
Fig. 13. Ein Theil des Eiweifses und des Keimlings im Querschnitt stark vergröfsert, *c'* Samenlappen, *c* Samenlappenanhang, *a* Stengelchen, *p* die Zellenschicht, welche das Eiweifs von dem Fruchtblattgewebe trennt und Proteinstoffe enthält.
Fig. 13*a*. Einige Zellen des Eiweifses noch stärker vergröfsert.
Fig. 14. Querschnitt der Frucht, Fig. 7 in *d*.
Fig. 14*a*. Derselbe stärker vergröfsert, *c'* Samenlappen.
Fig. 15. Querschnitt der Frucht, Fig. 7 in *e*.
Fig. 15*a*. Derselbe stärker vergröfsert, *c'*, *c* und *a* wie in Fig. 13.

Ueber die Wirkung plötzlicher, bedeutender Temperaturveränderungen auf die Pflanzenwelt.

(Botanische Zeitung 1861.)

Beim Lesen der interessanten Untersuchung Nägeli's, über die Wirkung des Frostes auf die Pflanzenzellen (Botanische Mittheilungen i. d. Sitzungsb. der Königl. Bayersch. Akad. d. Wissensch. 1861), erinnerte ich mich an eine an tropischen Pflanzen gemachte Beobachtung, die ich schon längst zur allgemeinen Kenntnifs hätte bringen sollen, da sie auf die Lebensbedingungen der Pflanzengewebe, nach einer Richtung hin wenigstens, Licht zu werfen geeignet ist.

Ohne Zweifel wird es von allen Botanikern jetzt anerkannt, dafs die Gewebe gewisser Pflanzen vollkommen gefrieren können, ohne ihre Lebensfähigkeit einzubüfsen, wogegen bisher die Thatsache, dafs der Kältegrad, welcher eine Pflanze tödtet, nach Umständen ein verschiedener sein kann, von den Physiologen bisher nicht so beachtet wurde, wie sie es verdient.

Eine von mir aus Venezuela an den Decker'schen Garten gemachte Sendung von Farrnstämmen, meistens *Balantium Karstenianum* Kl. und *Cyathea aurea* Kl., kam nach einer ungewöhnlich langen Reise im Winter nach eingetretenem Froste in Hamburg an, und hatte dort, und während der Versendung bis Berlin, 20° Kälte zu ertragen: so dafs sämmtliche Stämme gänzlich gefroren hier anlangten.

Herr Reinicke, der Obergärtner des Decker'schen Gartens, stellte einige dieser Bäume versuchsweise in das warme Haus; da er jedoch vorhersah, dafs dieselben aus diesem eisigen Zustande auf diese Weise nicht wieder zum Leben erwachen würden, so legte er die gröfsere Anzahl in eiskaltes Wasser, um dem Pflanzengewebe langsam die Kälte zu entziehen.

Nach einigen Stunden war die ganze Oberfläche der Stämme mit einer dicken Eisrinde bedeckt, als Zeichen, dafs dieselben tief unter dem Frostpunkte abgekühlt gewesen waren; sie wurden darauf aus dem Wasser genommen und in das kalte Pflanzenhaus gebracht, dessen Temperatur auf ca. 4° erhalten wurde, und verblieben hier einige Tage. Hierauf in das warme Haus gebracht, zeigten wirklich fast alle Balantien jetzt noch Lebensthätigkeit, indem sie bald aus der Gipfelknospe Blätter zu entwickeln begannen. Diese waren freilich sehr klein und auch die Verlängerung des 4 Zoll dicken Stammes wurde hier nur federkielstark; es war ersichtlich, dafs nur die allerjüngsten, noch vollkommen cambialen Gewebepartien den Frost überstanden hatten.

Einige dieser, auf solche Weise geretteten Triebe waren so dünn und schwach, dafs sie während der ferneren Blattentwickelung abbrachen, andere erhielten sich

aufrecht und wuchsen weiter, und die anfangs sehr dünnen Stammtheile verdickten sich nach und nach so, dafs jetzt nach 10 Jahren an den noch lebenden diese schwache Stelle sich fast nicht mehr von dem übrigen Stamme unterscheidet.

Von den Cyatheen wurde jedoch durch die angewendete Vorsicht keine Pflanze wieder in's Leben gebracht. Diese wächst in Gegenden, deren niedrigste Jahrestemperatur zu 4° beobachtet wurde und die einige 100′ tiefer liegen als der Standort des *Balantium*, das auf den Gebirgskämmen in der Gautiera-Zone heimisch ist, neben *Klopstockia ferruginea* Krst., *Clibadium neriifolium* DC., *Gaylussacia buxifolia* Kth., *Thibaudia pubescens* Kth. und *macrophylla* Kth., *Befaria glauca* Hmb. Bpl., *Gautiera reticulata* Kth., *G. odorata* Hmb. und *G. cordifolia* Kth., *Podocarpus salicifolia* Kl. et K., *Torreya taxifolia* Arn., *Dianella dubia* Kth., *Sisyrinchium anceps* und ähnlichen Pflanzen, die wohl den Gefrierpunkt des Wassers während der Januar- und Februar-Nächte zu ertragen haben, auf die jedoch sicher nie eine anhaltend so niedere Temperatur an ihrem natürlichen Standorte einwirkt, wie sie dieselbe während des mehrtägigen Transportes, von dem Schiffe bis Berlin, zu überstehen hatten.

Alle die unmittelbar in das warme Haus gebrachten gefrornen Stämme kamen nicht wieder in's Leben, sie fingen vielmehr sogleich an zu faulen.

Es scheint demnach der an menschlichen Organen häufig gemachte Erfahrungssatz, dafs ein plötzliches Erwärmen erfrorner Theile den Tod derselben zur Folge hat, während ein langsames Aufthauen sie lebend erhält, auch für vegetabilische Gewebe gültig zu sein.

Da nur die jüngsten Blattanlagen der Balantien lebensfähig blieben, während die älteren durch den Frost getödtet waren, könnte man anzunehmen geneigt sein, dafs jene nicht wirklich gefroren gewesen seien, sondern durch den Schutz, den sie durch die dichte Haarbekleidung der Gipfelknospe erhalten, vor der Einwirkung der Kälte bewahrt blieben. Dies könnte man allerdings annehmen, wenn die Erniedrigung der Temperatur eine bald vorübergehende, durch Ausstrahlung oder Verdunstungskälte verursachte gewesen wäre; da die Temperatur von —20° indessen wenigstens zwei Tage auf die Pflanzen wirkte, ist es kaum denkbar, dafs sie nicht auch die unter der Haarbekleidung verborgenen Gewebe durchdrungen haben sollte.

Möglich wäre es um so mehr, dafs diese geschützteren Organe die erst später auf sie einwirkende Kälte, ohne zu gefrieren, ertrugen, da ihr Zellgewebe mit sehr concentrirten Gummi- und Schleim-Lösungen, sowie mit Proteïnstoffen angefüllt ist, während die etwas älteren Blattanlagen, die schon theilweise aus dem cambialen Zustande herausgetreten waren, gefroren und erfroren.

Schon Göppert macht in seinem lehrreichen Werke „über die Wärmeentwickelung in den Pflanzen" pag. 10 darauf aufmerksam, dafs Pflanzen mit wässrigen Säften bei ein- und demselben Kältegrade schneller gefrieren, als andere, die mehr oder minder grofse Mengen salziger und harziger Bestandtheile enthalten, und Nägeli hebt es gleichfalls hervor, dafs das Gefrieren der Pflanzenzellen von der Concentration der Zellflüssigkeit abhängt (pag. 60).

Auf den vorliegenden Fall scheint dies jedoch nicht anwendbar, da dann auch wohl die sonst vollkommen gesund aussehenden Stämme, welche unmittelbar in das warme Haus gebracht wurden, lebend geblieben wären. Wahrscheinlicher ist es vielmehr, dafs die Art und Weise des Aufthauens der gefrornen, und zwar der all-

mählig, weniger plötzlich als die äufseren Organe, gefrornen Gewebe dieselben lebensfähig erhielt.

Dafs überdies specifische Verschiedenheiten die Wirkung des Frostes modificiren, geht auch daraus hervor, dafs nur das *Balantium* wieder in's Leben zurückgerufen werden konnte, während alle Cyatheen getödtet blieben.

Göppert theilt schon in dem erwähnten Werke pag. 20 und 79 eine Anzahl von Beobachtungen mit, welche ersichtlich machen, dafs von schon entwickelten Blättern die jüngeren niedrigere Temperaturgrade ertragen können als die älteren, während die von demselben Forscher angestellten Versuche über die günstigere Wirkung langsamer Temperaturveränderungen auf Pflanzen ein negatives Resultat zu geben schienen. Doch möchten auch diese Versuche den von praktischen Gärtnern als gültig anerkannten Satz nicht unbedingt verneinen: dafs ein langsames Aufthauen das Gefrieren auch derjenigen Pflanzen unschädlich mache, die bei raschem Aufthauen durch den gleichen Kältegrad getödtet werden. Der Erfolg des ersten, von Göppert pag. 231 beschriebenen, bei — 1°,4 angestellten Versuches mit Narzissen, Tazetten, Jonquillen, Tulpen, Hyacinthen, Zwiebeln und Kartoffeln, durch den nur letztere getödtet wurden, — mochten die gefrornen Pflanzen langsam oder durch eine Temperatur von 8° plötzlich aufgethaut werden —, läfst sich dadurch erklären, dafs nur an den Kartoffeln das bei ihnen fast frei liegende Cambium der Knospen gefror, und zwar bei einem bedeutenden[1]) Temperaturwechsel plötzlich erstarrte, dasjenige der Zwiebeln dagegen bei der Temperatur von — 1°,4 während der neun Stunden unter der schützenden Hülle noch gar nicht gefroren war, obgleich diese Hülle selbst (die Zwiebelschalen) in den gefrornen Zustand übergeführt war.

Bei dem zweiten Versuche waren dieselben Zwiebeln durch die plötzlich eintretende Abkühlung bis zu — 10° nicht nur gefroren, sondern auch getödtet, so dafs das darauf folgende vorsichtige Aufthauen sie nicht wieder in's Leben zurückrufen konnte.

An die nachtheiligen Wirkungen plötzlich eintretender grofser Temperaturwechsel auf die lebenden Pflanzen zweifelt kein Practiker. Alle haben Aehnliches beobachtet, nur dafs denselben die Art der Wirkung nicht immer ganz klar ist. Jeder Gärtner weifs es, dafs besonders diejenigen gefrornen Pflanzen dem Verderben ausgesetzt sind, die in diesem Zustande von den Sonnenstrahlen getroffen werden, während die im Schatten allmählig aufthauenden leichter dieselben Zustände ertragen. Die stärkere Abkühlung durch Ausstrahlung gegen den Himmelsraum, die wir besonders durch Wells kennen lernten, wirkt sicher nicht so schädlich auf eine frei stehende Pflanze, wie die mit diesem Standorte verbundene plötzliche Abkühlung durch Verdunstungskälte und die plötzliche Erwärmung durch die Strahlen der März- und April-Sonne. Der Rauch, den schon Plinius (hist. nat. libr. XVIII. cap. 70) als Ersatz der Wolken und des Windes gegen Thau und Nebel empfiehlt, wirkt sicher um so vortheilhafter, wenn er bis nach Sonnenuntergang unterhalten wird. Er mäfsigt dann nicht nur die Wärmeausstrahlung, sondern verhindert auch die plötzliche Einwirkung der Sonne auf bethaute oder gefrorne Pflanzen.

[1]) Es ist nicht angegeben, aus welcher Temperatur die genannten Pflanzen kamen, wie sie dem Froste ausgesetzt wurden.

Die Bewohner der Hochthäler der Cordilleren schützen durch Rauchwolken, die sie durch das Verbrennen von feuchtem Stroh und Dünger erzeugen, ihre Mais- und Weisen-Ernten nicht sowohl vor der nächtlichen Ausstrahlung, wie Boussingault meint, als gegen Morgen besonders vor der zu plötzlichen Erwärmung der abgekühlten und etwa bethauten Pflanzen durch die Sonne. Denn wegen der erwärmenderen Wirkung der Strahlen der höher stehenden Sonne wirkt der Frost in den Thälern viel nachhaltiger als auf den Höhen, und nicht wegen stärkerer Ausstrahlung an ersteren Orten, die hier sicher nicht gröfser ist als auf den Höhen, wie Wells will, sondern geringer. Aus gleichem Grunde sind die an der Westseite einer Mauer, eines Gebäudes, einer Baumallee, wachsenden Pflanzen mehr gefährdet als die an der Ostseite, wo sie allmählig von der aufgehenden Sonne erwärmt werden können[1]).

Der an den Balantien gemachten Erfahrung durchaus entsprechend, räth schon Thouin (Observations sur l'effet des gelées précoces. Ann. du Mus. d'hist. nat. VIII. pag. 8) die Pflanzen, welche dem Nachtfroste ausgesetzt und etwa mit Eis überzogen waren, dadurch zu retten, dafs man sie vor Sonnenaufgang in den Schatten an einen nur wenige Grade erwärmten Ort bringt, um sie allmählig aufthauen zu lassen, oder wenn dies nicht angeht, sie mit eiskaltem Wasser zu begiefsen, sobald sie von den ersten Sonnenstrahlen getroffen werden.

Petit Thouars[2]), Lindley[3]) und De Candolle[4]) sprechen ähnliche Ansichten aus.

Mir scheint es daher gerechfertigt, den oben ausgesprochenen Satz dahin zu verallgemeinern: dafs plötzliche, grofse Schwankungen der Temperatur den Pflanzen schädlich sind und sie krank machen oder tödten können, auch bei den die Gesundheit und das Leben der Pflanzen an und für sich nicht gefährdenden Temperaturgraden; so wie andererseits die Extreme der für eine Pfanzenart gesetzmäfsigen Temperatur von ihr ertragen, ja selbst überschritten werden können, wenn die Pflanzen allmählig ihnen ausgesetzt werden.

Die gleichen Ursachen gaben zu einer Erscheinung Veranlassung, die im nördlichen Deutschland in diesem Jahre an den Blättern von *Aesculus Hippocastanum* sich zeigte.

Herr Professor Braun machte auf dieselben in den verschiedenen gelehrten Gesellschaften Berlins aufmerksam: in der Academie der Wissenschaften, in dem Vereine studirender Pharmaceuten, in der Gesellschaft der naturforschenden Freunde etc., und veröffentlichte durch das Organ der ersteren seine Beobachtungen, die auch von dem geehrten Redacteur dieser Zeitschrift pag. 263 im Wesentlichen mitgetheilt wurden, wefshalb ich auf diese zu verweisen mir erlaube.

Zum Verständnifs der Entstehung dieser verkümmerten, oft sehr zierlich fiederschnittigen, ja selbst doppeltfiederschnittigen Formen der Blättchen des gefingerten

[1]) H. Karsten, über Pflanzenkrankheiten (Wochenschrift des Vereins zur Beförderung des Gartenbaues in den Königl. preufs. Staaten, 1861, No. 16).

[2]) Le verger français 1817.

[3]) Transact. hortic. soc. 2 ser. vol. II. pag. 225.

[4]) Physiologie végétal.

Blattes ist es nothwendig, nicht zu übersehen, dafs sie nur an den dem Winde ausgesetzten Zweigen sich finden, während geschützte Bäume, Aeste und Zweige, also von letzteren besonders die unteren fast durchgehends unversehrte Blätter haben, was schon der Referent der Braun'schen Abhandlung besonders hervorhebt, indem daraus ersichtlich ist, dafs nicht die Temperaturerniedrigung der Luft allein das Parenchym der halbentfalteten Blätter tödtete, wie Braun dies annimmt, sondern dafs, wie Schlechtendal erinnert, der Wind ohne Zweifel hauptsächlich wirksam dabei auftrat, der in den Monaten April und Mai meistens ziemlich heftig aus Norden eine für diese Jahreszeit hier ungewöhnlich trockne Luft herbeiführte, die nur auf kurze Zeit durch einen feuchten Südwestwind verdrängt wurde.

Am 24. April, dem kältesten Tage in Berlin für diese Periode (April u. Mai), folgte auf eine Nacht, in der die Lufttemperatur bei heiterm Himmel und trocknem, starkem Nord-Ost-Winde bis auf — 2°,3 herabgesunken war, ein sonniger Morgen, an dem der Wind mit gleicher Stärke aus SW. fortdauerte und Nachmittags Regen aus W. herbeiführte.

Dieser bedeutende und rasche Wechsel in der Erwärmung der vorzeitig entwickelten Pflanzen, der sich am 8. Mai [1]) noch einmal wiederholte, wirkte zerstörend auf Blätter und Blumen ein.

Wäre es die erniedrigte Temperatur der Atmosphäre allein gewesen, welche die Blätter erfrieren machte, so würden auch die unteren, durch die oberen Zweige bedeckten Blätter ebenso erfroren sein, wie jene; dies ist jedoch nicht der Fall: nur die dem freien Himmelsraume ausgesetzten Blätter sind vorzugsweise verändert, diejenigen also, die dem Wärmeverlust durch Ausstrahlung, durch Verdunstungskälte und ebenso der Insolation ausgesetzt waren.

Sehr bemerkenswerth ist es ferner, wenngleich der Herr Professor Braun dies nicht beachtet zu haben scheint, dafs nur die beiden unteren Blattpaare der Frühlingstriebe es sind, die auf diese Weise gelitten haben, diejenigen Blätter nämlich, deren Parenchym zu jener Zeit bis zur Entfaltung entwickelt war. Die oberen damals noch dem cambialen Zustande näheren Blätter sind gänzlich unverändert.

[1]) Die im hiesigen meteorologischen Institute von Herrn Dr. Schneider angestellten und mir gütigst mitgetheilten Beobachtungen über die Climaverhältnisse dieser beiden Tage, von denen besonders der erstere nach der Angabe mehrerer beobachtender Gärtner das Erfrieren vieler Pflanzen verursachte, waren folgende:

Am 24. April: min. = — 2;3 R., max. = 9,2 R. (Am 23. herrschte ein lebhafter trockener NO Wind, die Luft enthielt ca. 51 pCt. Feuchtigkeit.)

	Luftwärme	Thaupunkt	Feuchtigkeitsgehalt der Luft	
6 Uhr M.	— 1,0	— 3,9	76 pCt.	Himmel heiter wie in der Nacht NO.
7 h.	1,8	— 2,3	67 -	- - SW.
2 h.	8,6	— 4,3	32 -	- halbheiter, Nachmittag bewölkt und Regen aus W.
9 h.	6,2	2,5	72 -	
10 h.	5,8	1,4	68 -	

Am 8. Mai: min. = 0,0, max. 8,2. Am Abend vorher war die Luft 6°,9 warm. Die Nacht heiter.

6 h.	1,0	— 1,6	76 pCt.	Der Morgen und Vormittag heiter bei Westwind.
7 h.	2,8	0,2	79 -	
2 h.	7,5	— 6,1	30 -	Graupeln.
9 h.	4,6	— 3,5	48 -	Heiter.
10 h.	4,2	— 2,5	54 -	

Es spricht dies für die Richtigkeit des schon von Göppert pag. 19 in seinem werthvollen Werke gegebenen, für Dicotylen nach diesem sorgfältigen Beobachter allgemein gültigen Gesetzes, dafs an ein und derselben Pflanze die jüngeren Blätter und Triebe länger der Einwirkung allmählig eintretender Kälte widerstehen als die älteren, und dafs nach Frühlingsfrösten die inneren Theile der Knospen noch leben, während die äufseren getödtet sind.

Die Erklärung dieser Erscheinung an den Blättern von *Aesculus*, wie es geschah, darin zu suchen, dafs an den halbentfalteten Blättern die jüngsten, zartesten Theile dem Froste erlegen seien, schliefst zwei Irrthümer in sich: denn erstens tödtete der Frost hier nicht das in diesem Entwickelungszustande der Blätter nur die Nerven und die Adern begleitende Cambium, sondern vielmehr das parenchymatische Zellgewebe, und zweitens erfriert nicht das jüngste mit concentrirten Flüssigkeiten gefüllte Zellgewebe zuerst, sondern, wie dies aus dem Angeführten erhellt, das schon entwickelte, mehr wässrige Säfte enthaltende Parenchym.

Interessant ist dieser Fall, weil auch er beweist, dafs wir die Bedingungen, unter denen ein in einem bestimmten Entwickelungszustande befindliches Gewebe dem Froste unterliegt, nicht durch die einfache Beobachtung der Lufttemperatur kennen lernen: dafs dazu vielmehr oft nicht nur die Summe der Verdunstungs- und Ausstrahlungskälte mit derselben, sondern die Differenz dieser Summe mit der Insolationstemperatur nothwendig ist.

Histologische Untersuchungen.

1862.

Bildung, Entwickelung und Bau der Pflanzenzelle.

Hierzu Tafel XXIII, XXIV und XXV.

Geschichtliches.

Nachdem Malpighi, Grew und Leeuwenhoek die Pflanzenanatomie begründet, und Moldenhawer, Mirbel, Bernhardi, Treviranus, Rudolphi, Link, Meyen, Unger, Dumortier, Mohl u. A. m. die Zusammensetzung des Pflanzengewebes aus gesonderten Zellen erkannt hatten, begann auch die Entwickelungsgeschichte der Zelle Gegenstand der Untersuchung zu werden. Nach verschiedenen Richtungen jedoch wichen die Ergebnisse der in dieser Beziehung angestellten Forschungen auseinander, wie es die Natur des Objectes erwarten liefs.

Einerseits lenkte die schon im Jahre 1835 von Mohl vertheidigte Ansicht Mirbel's einer Vermehrung der Zellen vermittelst Theilung vorhandener Mutterzellen durch Scheidewände, welche als Falten von den Wandungen der Mutterzellen ausgehen und bis in die Mittellinie der Zellen hineinwachsen sollten, die Anatomen in die noch heute verfolgte Richtung: andererseits benutzte Schleiden (Müller's Archiv 1838. Grundzüge 1842) das häufige Vorkommen des „Zellkern" genannten Körpers, welchen R. Brown innerhalb der in lebhafter Entwickelung begriffenen Zellen beobachtete, zur Begründung einer entgegengesetzten Lehre über Zellenbildung.

Schleiden betrachtete diesen Zellkern als die Grundlage und den Bildner der ihn einschliefsenden einfachen Zellhaut. Die denselben zusammensetzende schleimige Substanz verwandelt sich nach ihm an der Oberfläche in eine Gallerthaut, die später in Membranstoff verändert wird. In die so entstandene geschlossene Gallertblase dringt nach Schleiden's Ansicht an einer Seite die äufsere Flüssigkeit ein und dehnt sie aus, so dafs jener Schleimkörper auf einer Seite frei wird, an der andern der innern Wandung ankleben bleibt; dann bildet er eine neue Schicht an seiner freien Seite und wird so in eine Duplicatur der Wandung eingeschlossen, oder er bleibt frei und wird dann meist aufgelöst und verschwindet.

Die grofse Mehrzahl der Anatomen kommt jetzt darin überein, dafs neben der im Pflanzenreiche selten vorkommenden freien Zellenbildung im Umkreise eines mehr oder weniger vollständig organisirten Kernes einer Mutterzelle die Entstehung der Zellen durch Theilung, der Darstellung Mohl's entsprechend, der häufigere Vorgang sei.

Gegen diese Ansicht eines zweifachen Bildungstypus der Zelle suchte ich schon im Jahre 1843 in meiner Dissertation „*De cella vitali*" nachzuweisen, dafs die Entwickelung organischer Formen einem einfachen Gesetze unterworfen sei, auf welches mich die Beobachtung der Entwickelungserscheinungen der pflanzlichen und thierischen Gewebe geführt hatte und von dessen Wahrheit ich noch heute nach zwanzigjährigem Studium dieses für die Anatomie wie für die Physiologie gleich wichtigen Gegenstandes überzeugt bin.

Ich führe dasselbe in seiner Gliederung hier nochmals vor, da jene Schrift wenig bekannt wurde und zum Theil mifsverstanden worden ist:

1. *Omnis cellae formatio originaria est, intra vididum organismum; cella dissepimentis longitudinalibus et transversalibus aut proliferatione in duo nova individua non disjungitur* (pag. 72).
2. *Cellae evolutio non pendet ab antecedente solidi nuclei formatione* (l. c.).
3. *In primo vitae suae gradu cella parva puncto simillima vesicula apparet* (pag. 64).
4. *In organismo non exstat cella vegetationis simplex; ubique enim secundaria cella adest* (l. c. pag. 30). — *Quaevis organismi pars elementaria (cella q. d. elementaria) ex endogenarum cellarum numero constat; membrum, quod interdum huic cellarum systemati interjicitur, est secretionis cella* (pag. 71).
5. *In secundaria cella — — nucleus invenitur — — quem Schleiden cellam formantem cytoblastum — — vocavit, equidem vero parvam cellam tertiariam habeam, ab explicatione impeditam* (pag. 34).
6. *In interiore cellae parte citius tardiusve vel una vel plures novae cellae plane eodem modo nascuntur* (pag. 70).
7. *Organismus potentia ex uno tali cellarum systemate, i. e. reproductiuis cella, — actu e cellarum seriebus aggregatis (quarum unaquaeque ipsa reproductionis cella esse potest) nunquam ex simplici cella constat* (pag. 70)[1]).

Durch diese Arbeit hoffte ich nicht nur die Anatomen von dem zusammengesetzten Baue des Elementarorgans der Pflanzengewebe, dessen jüngstes Glied das Kernkörperchen sei, zu überzeugen: sondern auch zugleich die Physiologen auf die innige Beziehung aller verschiedenen endogenen Glieder eines und desselben Zellensystems zu einander und auf die Weckselwirkung der sie constituirenden Wandungen mit dem flüssigen und festen Inhalte hinzuführen, — eine Wechselwirkung, aus der nicht nur die wichtigen Formveränderungen der ursprünglich structurlosen Zellhaut hervorgehen, sondern auch die grofse Mannigfaltigkeit der eigenthümlichen chemischen Combinationen der organischen Materie erzeugt werden.

Das Vorhandensein einer secundären Zelle in den Gewebezellen der grofsen Klasse der Algen wurde noch in dem Jahre des Erscheinens meiner Schrift, wahrscheinlich ohne dafs er diese kannte, durch Kützing (*Phycologia generalis* pag. 33) nachgewiesen; und im folgenden Jahre bestätigte Mohl (Bot. Zeit. 1843) für alle Pflanzenzellen deren von mir angegebene Structur.

Somit versprach eine Seite meiner Arbeit bald nach ihrem Erscheinen nutz-

[1]) Schleiden (Grundzüge 1861 pag. 157) citirt den Inhalt meiner Schrift durch folgende Worte: „Die Zellen entstehen durch Ausdehnung amorpher Körnchen der organischen Materie in den Zellen." — Dafs dies meiner Ansicht direct entgegengesetzt ist, wird Jeder aus dem Obigen entnehmen können.

bar zu werden, indem der zusammengesetzte Bau des Elementarorgans der Pflanze von dem erfahrensten Anatomen anerkannt war.

Hinsichtlich der Functionen der verschiedenen Elemente dieses Microcosmus und ihrer Bedeutung für denselben hatte ich jedoch nicht das Glück Mohl's Zustimmung zu finden. Während ich eine successive, endogene Entstehung der ineinander geschachtelten Zellen darzuthun suchte und von der Fortdauer der Assimilationsthätigkeit ihrer oft geschichtet sich verdickenden Membranen überzeugt war, stellte dieser ausgezeichnete Forscher die entgegengesetzte Theorie auf: die dünne, noch stickstoffhaltige, zarte Membran, welche in einem gewissen Entwickelungszustande der meisten Gewebezellen der Pflanzen eine äufsere schon verholzte Zelle auskleidet, — diejenige Membran, welche ich für die endogene, secundäre, später gleichfalls verholzende Zelle erklärte, — sei die zuerst (im Sinne Schleiden's) um einen Zellkern entstandene, primäre Haut des ganzen Schichtensystems der vollkommen entwickelten Gewebezelle, und meinte, dafs diese, defshalb von ihm Primordialschlauch genannte, Zellhaut unverändert bleibe, bis sich auf ihrer äufseren und inneren Oberfläche die aus Zellstoff bestehenden Häute abgesondert hätten.

Mohl wie auch Schleiden und die ihrigen nahmen an, dafs sich auf diese Weise ein längere Zeit unveränderliches Gehäuse um den durch fortdauernde Diffusion in Veränderung verbleibenden Inhalt bilde, mir dagegen schienen die Entwickelungserscheinungen auf eine gleichzeitige continuirliche chemische Veränderung der Haut wie des Inhaltes der Zelle hinzudeuten.

Nachdem ich schon in jener Schrift die mannigfachen Entwickelungsformen der Membran der secundären Zelle erörterte und an anderen Orten (Abhandl. der Berl. Acad. 1847 pap. 111 — Bot. Zeit. 1857 pag. 314 — Poggendorff's Annalen 1860 No. 4) verschiedene chemische Metamorphosen der äufsern, primären, in einem gewissen Entwickelungszustande aus Zellstoff bestehenden Zellhaut ausführlich beschrieb, — Umwandlungen, deren Stattfinden durch Wigand (Desorganisation der Pflanzenzelle 1862) bestätigt und weiter nachgewiesen ist: soll es hier meine Aufgabe sein, nochmals darzuthun, dafs alle Zellen des Pflanzengewebes, so weit die Beobachtung reicht, als kleine Bläschen frei im flüssigen Inhalte schon vorhandener Zellen sich bilden und sich unter häufig nachweisbaren chemischen Veränderungen bis zu ihrer normalen Gröfse ausdehnen; dafs ferner die Faltenbildung der Mutterzelle dort, wo sie bisher beobachtet wird, eine Vermehrurg derselben wohl begleitet, aber nicht veranlafst.

Neben den in dem Zellsafte entstehenden, entweder einzeln zur Erhaltung des Individuums oder zu mehreren zum Zwecke der Vermehrung sich erzeugenden Gewebezellen treten in der Zellflüssigkeit in mehrfacher Aufeinanderfolge entstehende und wieder vergehende Zellengenerationen auf. Diese erzeugen offenbar die zusammengesetzteren organischen Verbindungen, zum Theil auch verursachen sie die mannigfaltige Gestaltung der Verdickungsschichten der ursprünglich structurlosen Membran der Gewebezellen, welcher sie anhaften.

Dafs diese von mir als Secretionszellen bezeichneten kernlosen Bläschen (Amylum, Chlorophyll u. a. m.) wirklich zellige Bildungen und nicht structurlose Körper sind, ist keineswegs eine anatomische Minutiosität, wie es zum Theil von den älte-

ren Anatomen aufgefaſst wurde, sondern für die Physiologie von der allergröſsten Wichtigkeit.

Wenn ein bedeutender Anatom sich über die immer tiefer in die kleinsten Organisationsverhältnisse eindringende Anatomie miſsmüthig dahin äuſserte, die Physiologie gehe unter in einer subtilen Anatomie: so wird dagegen hoffentlich bald die Erfahrung lehren, daſs die Physiologie vielmehr aufgeht in einer subtilen Anatomie.

Die Anatomie wird die unklaren Begriffe der Vacuolen, der zwischen Wassertropfen strömenden und der verhärteten Plasmastränge, der Zellstoffbalken u. s. w. verlassen und die Physiologie es zugeben müssen, daſs sie auf einem Irrwege sich befunden, wenn sie die ganze Lebensthätigkeit der Zelle auf ein einzelnes Glied derselben, den sogenannten Primordialschlauch übertrug, und die Entstehung und Verbreitung der flüssigen organischen Stoffe im Pflanzenkörper durch Diffusion, die Vergröſserung der Zellen als Folge von Endosmose durch Expansion, die Verdickung der Zellwände durch Niederschläge aus den sie umgebenden Flüssigkeiten u. a. m. erklären zu können glaubte.

Die Aufgabe der Naturforschung ist es allerdings, auch in dem Reiche des Organischen die Gesetze zu erkennen, welche den Prozeſs der Gestaltung beherrschen, die Art der physikalisch-chemischen Thätigkeit nachzuweisen, durch die sich im Organismus die mannigfachen Combinationen der Materie erzeugen, welche in specifisch verschiedenen Formen sich ausprägen. Die Wissenschaft wird dieser Kenntniſs sich nähern, vielleicht dereinst sie erreichen können, jedoch nicht auf dem Wege und nicht so unmittelbar, wie die heutige Physiologie sich schmeichelt.

Und wenn dieses Ziel erreicht ist, wird damit die Schöpfung der Organismen erklärt sein? wird dann die Wissenschaft die Methode angeben können, auch nur ein Elementarorgan derselben, eine Zelle, hervorzubringen und in Wirksamkeit zu erhalten, wie dies heute ein Theil der Forscher zu hoffen, ein anderer zu fürchten scheint, falls jene Aufgabe gelöst sein sollte?

Nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen kann dies nur verneint werden.

Die Physiologie wird die Bedingungen und die Vorgänge erkennen können, welche aus der Keimzelle die zahllos auf einander folgenden Zellengenerationen bis zu der vollständigen Entwickelung des zusammengesetzten Organismus sich heranbilden lassen, aber eine einzige dieser in unendlicher Mannigfaltigkeit vorhandenen Keimzellen oder irgend ein organisirtes Gebilde zu erzeugen, wird ein vergebliches Bemühen bleiben, da es vielmehr als das häuptsächlichste Ergebniſs der histologischen Forschung der letzten 25 Jahre, zumal nach den trefflichen Versuchen Pasteur's festzustehen scheint, daſs nur im Organismus neue Zellen entstehen: und da weder die Chemie irgend eine Mischung organisirbarer Materie herzustellen, noch die Physik den Nachweis für die Bedingungen ihrer Gestaltung zu geben vermag! (Nur Schleiden, Grundzüge 1862 pag. 141, und mit ihm wenige andere Forscher nehmen noch eine Urzeugung von Zellen, ein Entstehen derselben in gährenden Flüssigkeiten auſserhalb einer schon vorhandenen Zelle an.)

In dem Folgenden wird natürlich nicht die Art der Entstehung und des Wachsthums aller Zellen der verschiedenen Gewebeformen des Organismus nachgewiesen werden; für manche derselben ist dies wegen ihrer eigenthümlichen Ent-

wickelungsverhältnisse kaum möglich, für andere habe ich es in meiner Dissertation gethan und die Entstehung der übrigen als analog angenommen.

Zum Theil sind meine Beobachtungen, zum Theil ist die auf diese gegründete Folgerung angezweifelt worden.

Um erstere durch ausführlichere Darlegung derjenigen Erscheinungen, welche am meisten gegen meine Ansicht zu sprechen schienen, zu vervollkommen, werde ich hier besonders die freie endogene Entstehung und das Wachsthum der Kork-, der Pollen- und der Gewebezellen der einfachen Algenformen, welche vorzüglich[1]) als Beweise der Zellenbildung durch Abschnürung angeführt werden, nachweisen und mich dann berechtigt halten anzunehmen, dafs das gleiche Gesetz auch für die Entstehung und das Wachsthum der übrigen Zellen Geltung habe.

Durch die weitere Bearbeitung und die Erledigung dieser Fragen wird die Ueberzeugung gewonnen werden, dafs das auf einmal als fertige Zelle entstandene bläschenförmige Gebilde, dessen Natur von den eigenthümlichen Mischungsverhältnissen seines Bildungsstoffes abhängig ist, einen auf continuirliche Veränderungen des physikalischen und chemischen Zustandes seiner Membran und seines Inhaltes beruhenden Entwickelungsgang verfolgt, darin dem Organismus vergleichbar, zu dessen planvoller Ausführung ihm ein Antheil übertragen ist.

Hierdurch wird der Physiologie dann die nothwendige Grundlage zum richtigen Verständnifs der vegetativen wie auch der animalen Functionen des Organismus gegeben sein, die man jetzt zum Theil ebenso einseitig wie mangelhaft als Wirkung einzelner oder weniger der die Entwickelung der Zelle leitenden physikalisch-chemischen Kräfte zu erklären sich bemüht.

I.

Korkzellen. Entstehung derselben in Cecropia und in Philodendron; in dessen Zellen und Gefäfsen sie auch zu mehreren entstehen. Porös verdickte Korkzellen; Herstellung der ursprünglichen sphärischen Form in Ammoniak; Resorption ihrer Mutterzellen. Ausdehnung einer Korkzelle aus einer Zelle in das benachbarte Gefäfs; Korkzellen in Krystallzellen; die Milchsaftgefäfse und ästigen Bastzellen der Rinde werden resorbirt ohne Korkzellen zu bilden. Calluszellen den Korkzellen anatomisch gleichwerthig.

Die Entstehung der Korkzellen innerhalb der Epidermal- und Rindenzellen wird bisher von den wenigen Anatomen, die sich überhaupt bestimmt über diesen Gegenstand aussprechen, einstimmig einer plötzlich auftretenden, die Mutterzelle halbirenden Scheidewand zugeschrieben.

Es hat diese Angabe ihren Grund darin, dafs zu den Untersuchungen die in dieser Beziehung wenig günstige Kork- und Borkenbildung der Rinde benutzt wurde, bei welcher der eigentliche Zeitpunkt der Entstehung neuer Zellen der Rinde leicht verfehlt werden kann. (Mohl Veget. Zelle 1851 pag. 58 und Sanio Vergl. Untersuchungen des Korkes pag. 6.)

Die von mir in meiner Untersuchung der *Cecropia peltata* L. (Act. d. Acad. d.

[1]) Kützing (*Phycologia germanica* 1845 pag. 25) und noch entschiedener Jessen (Bot. Zeit. 1849 Sp. 497), diese gründlichen Beobachter der Algen, sprechen sich dagegen Beide für die Neubildung endogener Zellen aus.

Naturf. Vol. XXIV. Pt. I. pag. 86. Oben pag. 245) gegebene Mittheilung über die Entstehungsweise des Korkes wurde von meinen Nachfolgern nicht berücksichtigt. An dieser Pflanze beobachtete ich, dafs in der äufsersten Schicht eines von der Epidermis bedeckten collenchymatischen Gewebes beim Beginn der zweiten Vegetationsperiode sich neben Chlorophyllbläschen kleine, mit wässeriger, farbloser Flüssigkeit erfüllte Zellen bilden. Diese farblosen Zellen entwickeln sich, bei gleichzeitiger Resorption des Chlorophylls, in den peripherischen Zellen dieser Gewebeschicht zu Korkzellen, in den an der centralen Seite befindlichen zu Rindenparenchymzellen. In letzteren bilden sich später auf gleiche Weise Korkzellen.

Geringere Schwierigkeiten stellen sich der Beobachtung über die Entstehung der Korkzellen dort entgegen, wo dies Gewebe zur Vernarbung des verwundeten, in seiner normalen Thätigkeit plötzlich gehemmten inneren Stammgewebes dient; Verhältnisse, die schon von Mohl in seiner Abhandlung über den Vernarbungsprozefs zum Theil untersucht worden sind. (Bot. Zeit. 1849 Sp. 641.)

Am vollständigsten gelang es mir bei dem jetzt bei uns häufig cultivirten *Philodendron pertusum* Kth., alle Entwickelungsstufen der Korkzellen zu verfolgen. Durchschneidet man einen Stamm dieser Planze in der Mitte der Internodien und steckt das untere Ende dieser Stücke in feuchte Erde, so gehen, sobald die schon in der Rinde angelegten Adventivwurzeln sich zu entwickeln beginnen, gleichzeitig in den Gewebeschichten, welche die beiden Schnittflächen begrenzen, Veränderungen vor, die einander sehr ähnlich, aber doch nicht gleich sind.

Unterhalb der vertrockneten Zellenschicht, welche bald die frische, der Atmosphäre ausgesetzte Schnittfläche bedeckt, sammeln sich die in der verdunstenden Nahrungsflüssigkeit aufgelösten organischen Bestandtheile und werden von den Zellen, welche die verschiedenen Gewebe des erwachsenen Philodendron-Stammes zusammensetzen, theils assimilirt, theils durch die in das verwundete Gewebe eindringende Luft innerhalb der Zellenmembranen coagulirt und mannigfach chemisch verändert.

An dem in der Atmosphäre abgetrockneten Ende ist die Schicht der mit Nahrungsflüssigkeit durchtränkten, aber vertrockneten Zellen bedeutend dicker als an dem unteren, wo sie aus einer oder aus wenigen Zellenlagen besteht, und tiefer noch als das Zellgewebe trocknen die Gefäsbündel ein, so dafs ein abgestorbener Theil derselben später in das lebende Gewebe hineinragt und von demselben überwachsen scheint.

Innerhalb der an Plasma reichen Zellen, welche die abgetrocknete Schicht zunächst begrenzen, treten Kernkörperchen enthaltende Zellkerne deutlich hervor, vergröfsern sich aber nicht bis zu der Gröfse der Mutterzellen, sondern werden durch zwei neben ihnen in dem Zellsafte entstehende und sich vergröfsernde, je nach der Mischung des Plasmas kernhaltige oder kernlose Zellen zur Seite gedrängt oder zwischen beiden während ihrer Vergröfserung eingeschlossen und resorbirt, wenigstens verschwinden sie. (An dem oberen der Luft zugänglichen Ende sind die Zellkerne schwierig in diesen neuen Zellen zu erkennen, wogegen sie in denjenigen, die sich an dem unteren Ende bilden, sehr deutlich hervortreten. In dem Vernarbungsperiderma von *Zamia Skinneri* waren die Zellkerne sehr grofs und scharf ausgebildet, mit eiweifsartigen Stoffen erfüllt.)

Die beiden neu entstandenen sehr zartwandigen Zellen theilen sich in den Raum der Mutterzelle, indem sie deren Höhlung vollständig ausfüllen und sich so innig an ihre Wandungen anschmiegen und in ihre Poren-, Ring- und Spiralvertiefungen eindringen, dafs sie kaum von den Häuten derselben unterschieden werden können. Ebenso ist die Scheidewand, welche durch das Aneinanderlegen dieser beiden Tochterzellen in der Mutterzelle entstand, so aufserordentlich dünn, dafs sie eine einfache Lamelle zu sein scheint.

Dieselbe Neubildung von Zellen beginnt in dem der Epidermalzellenschicht zunächst angrenzenden Rindengewebe, und zwar reicht das neu gebildete Gewebe hier von der Schnittfläche bis ungefähr zu gleicher Tiefe mit dem abgestorbenen Theile der Gefäfsbündel in das Zellgewebe hinein.

In dem oberen der Atmosphäre ausgesetzten Schnittende lagern sich diese neuentstandenen Zellenpaare stets in einer auf die benachbarten, ausgetrockneten, Luft enthaltenden Zellgewebe senkrechten Richtung, und zwar mehr oder minder in der dem Rindenkorke eigenthümlichen Weise mit den nachfolgenden jüngeren ununterbrochene Reihen bildend, die in dem durchschnittenen Parenchyme eine mit der Schnittfläche parallele Schicht zusammensetzen, welche neben der Epidermis und im Umkreise der Gefäfsbündel sich nach innen wendet. Hierdurch wird die Oberfläche der in das lebende Parenchym hineinragenden, abgestorbenen Gefäfsbündelenden von einer Scheide umgeben, welche aus einer Schicht von senkrecht auf deren lange Axe stehenden Zellenreihen gebildet ist.

Und nicht nur in den parenchymatischen Zellen, auch in den Zellen und Gefäfsen der Gefäfsbündel selbst findet diese Bildung von Korkzellen statt, so dafs auch die Gefäfse von einer Korkzellenschicht durchsetzt werden, und das innere in seinen normalen Functionen nicht gestörte Gewebe des Internodiums vermittelst dieser vollständigen, zusammenhängenden Korkschicht von dem vertrockneten Gewebe getrennt und vor dem unmittelbaren Einflusse der Atmosphäre geschützt ist.

Die Korkzellen entstehen nicht immer zu zweien in einer Zelle, sondern in den längeren Zellen auch zu mehreren. In den langgestreckten Bast- und Holzzellen sowie in den Gefäfsen liegen meistens viele reihenweise hintereinander, oft von dem der Schnittfläche näheren Ende beginnend und mehr oder weniger vollständig die langen Zellen ausfüllend; in den Gefäfsen bilden sie auch noch häufiger ein unregelmäfsiges Gewebe.

Die Vergröfserung der neben dem Zellkerne entstandenen, mit klarer Flüssigkeit erfüllten Zellen mufs in der Nähe der Schnittfläche aufserordentlich rasch vor sich gehen, in der Art, wie dies von den weiter unten zu beschreibenden Gewebezellen des Oedogoniums unmittelbar beobachtet werden kann, woraus es zu erklären ist, dafs Mohl und Sanio dieselben nicht bemerkten, und dafs es auch mir nur einigemal gelang, Entwickelungszustände anzutreffen, die dem in Fig. 8 gezeichneten entsprechen.

Ist jedoch schon eine Korkschicht von einiger Dicke vorhanden, so dafs einerseits der Zuflufs der Nahrungsflüssigkeit und die Concentration derselben durch Verdunstung verlangsamt, andererseits die Einwirkung der Atmosphäre auf die dieselben assimilirenden Zellen gehemmt ist: so dehnen sich die neuentstandenen Zellen langsamer aus; ja sie scheinen selbst im halbentfalteten Zustande zu verharren. Man

findet wenigstens nicht selten an der Grenze des Korkes und des unveränderten Gewebes in den Zellen des letzteren zartwandige Zellen und Bläschen, welche die chemische Constitution des Korkes haben, in allen Uebergangsformen bis zu dem vollständig entwickelten Periderma, wie es Fig. 2 x von einer porös verdickten Zelle der Markscheide und Fig. 5 von einem Gefäfse zeigen.

Gegen Chlorzink-Jod-Lösung verhalten sich die jüngst entfalteten Peridermzellen wie Cellulose, verlieren aber bald die Eigenschaft durch Jod und corrodirende Reagentien blau gefärbt zu werden, die sie auch in den ersten Entwickelungsperioden nicht besitzen.

Vielleicht kommen in allen Korkzellen während einer gewissen Entwickelungsstufe Zellkerne vor; die Dauer derselben scheint durch die Beschaffenheit der Nahrungsflüssigkeit, welche das Zellgewebe tränkt, und durch die chemische Zusammensetzung des in den Zellen enthaltenen Plasmas, sowie durch den mehr oder weniger unmittelbaren Zutritt der Atmosphäre bedingt.

Die zuerst gebildeten Korkzellen in der Nähe der vertrockneten Zellenschicht bleiben meistens einfach, während die später gebildeten wiederum eine Generation von zwei oder mehreren neuen Zellen enthalten. Auf diese Weise wird eine solche Korkzelle mit einem vollständigen Zellgewebe ausgefüllt, dessen eng aneinander liegende sehr zarte Wandungen keine Interzellularräume zwischen sich lassen und nicht mehr als aus doppelten Membranen entstanden zu erkennen sind.

Einzelne Schichten dieser die Schnittfläche begrenzenden Korkzellen erhalten bald nach ihrer Entfaltung schichtig verdickte, von einzelnen Porenkanälen durchsetzte Wandungen ihrer secundären Zellen.

Trennt man das von Korkzellen angefüllte Gewebe durch Kochen mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali in seine einzelnen Zellen und läfst auf sie Ammoniak einwirken, so quellen die aus Cellulose bestehenden Wandungen der Gewebezellen mehr oder minder stark auf oder lösen sich gänzlich. In letzterem Falle wirkt die Ammoniaklösung auch auf die in diesen aufgelösten Zellen neben einander geprefst beisammenliegenden Korkzellen ein, macht sie aufquellen, wodurch sie eine sphärische Form annehmen und sich von einander trennen (Fig. 14 u. 15). Hierdurch kann die Natur der scheinbar einfachen Lamellen, welche die Scheidewände bilden, ohne Zweifel zu lassen erkannt werden.

Diejenigen Korkzellen, welche in den stark verdickten, mit tiefen Porenkanälen versehenen Bastzellen (Fig. 1 u. 19) enthalten waren, zeigen besonders deutlich den getreuen Abdruck der Zellhöhle, die sie auskleideten (Fig. 20). Aehnlich die in den stärker verdickten Parenchymzellen und die in den Spiralgefäfsen enthaltenen Korkzellen (Fig. 2, 3 und 4).

Während der vorschreitenden Entwickelung dieser endogenen Korkzellen wird die Substanz der Wandungen der mütterlichen Gewebezellen gänzlich resorbirt. An der Stelle der verschiedenartigen Zellgewebe, welche den Stengel zusammensetzen, entsteht durch diese Resorption endlich eine vollkommen homogene Korkschicht, an der die Form des ursprünglich vorhandenen Gewebes nicht mehr erkannt werden kann, wie dies schon durch Mohl's Untersuchungen der normalen Vernarbung des Stengels beim Abfall der Blätter und Zweigspitzen bekannt ist.

Die Auflösung der Wandungen der mit Korkzellen erfüllten Gewebezellen

beginnt mit der äufseren Membran der primären Zelle und endet mit den innersten Schichten der secundären Zelle, so dafs die Poren der stark verdickten porösen Zellen der Markscheide kurz vor ihrem völligen Verschwinden sehr grofs werden.

Von den mit Korkzellen ausgefüllten Spiralgefäfsen sieht man nicht selten nur noch den Spiralfaden übriggeblieben, welcher dann die in Reihen nebeneinander liegenden Korkzellen umspinnt und sich von denselben abwickeln läfst (Fig. 3). Hierdurch überzeugt man sich noch sicherer von dem Vorhandensein dieser endogenen Zellen in den Spiralgefäfsen, sowie auch davon, dafs es freie isolirte Zellen sind, welche dieselben mehr oder minder vollkommen ausfüllten.

Zuweilen finden sich indessen auch Verhältnisse, welche es erkennen lassen, dafs die Füllung eines Spiralgefäfses mit Zellen von den benachbarten Gewebezellen aus vor sich gegangen ist, indem die in ihnen entstandenen und sie gänzlich ausfüllenden Zellen sich in das Spiralgefäfs hinein ausdehnten (Fig. 4). Es könnte dies auf die Vermuthung führen, dafs auch die in den porösen Gefäfsen und Zellen (Fig. 2 und 5) enthaltenen, unvollständig entwickelten Korkzellen nicht frei in diesen Gewebezellen selbst entstanden seien, sondern dafs sie von benachbarten Zellen hineinwuchsen. Man überzeugt sich jedoch an den durch Kochen mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali freigelegten Gefäfsen durch Wälzen um ihre Achse mit Sicherheit davon, dafs diese Ausfüllungen wirklich vollkommen isolirte, freie Zellen sind.

Die Fälle, in denen man ein Hineinwachsen einer Korkzelle aus einer Gewebezelle in das angrenzende Spiralgefäfs bemerkt, sind die selteneren, es hat hier wohl ohne Zweifel schon vor der Entwickelung des Periderma eine Verschmelzung der Holzzellen mit den Gefäfsen stattgefunden, die ich auch z. B. an dem Holze der Cinchonen wiederholt beobachtet habe.

In dem grofszelligen, vertikal gestreckten Parenchyme des Philodendronstammes kommen, einzeln zerstreut, rundliche Zellen vor, die von einer grofsen Krystalldruse oxalsauren Kalkes fast vollständig angefüllt sind. (In dem Gewebe der Wurzeln derselben Pflanze stehen ähnliche Zellen zu zweien oder vieren beisammen vertikal übereinander.) Auch in diesen Zellen entstehen, so weit sie in der Korkregion sich befinden, in dem Raume zwischen der Krystalldruse und deren Mutterzelle junge Zellen, die, nachdem sie ihre völlige Gröfse erreicht haben, aus Cellulose bestehen und später verkorken. Es umgeben diese Zellen so vollständig die Krystalldruse, dafs diese von einer kleinzelligen Hülle unregelmäfsig geformter Korkzellen vollkommen eingeschlossen und von den Häuten ihrer Mutterzelle getrennt ist (Fig. 2*k*). (Dies Entstehen junger Zellen in einer von krystallisirtem, oxalsaurem Kalke fast vollständig erfüllten Zelle mag dazu dienen, die schon von Mohl, Bot. Zeit. 1861, geäufserten Zweifel des Abgestorbenseins der mit Kieselhydrat angefüllten Zellen begründen zu helfen.)

Aufser diesen Zellenarten, welche alle zur Vernarbung der Schnittwunde durch Korkbildung beitragen, finden sich noch zwei andere Elementarorgane in dem Gewebe des Philolendron, in denen keine Entwickelung von Zellen vor sich geht, die vielmehr innerhalb der korkbildenden Zellenschicht resorbirt werden. Es sind dies erstens die zu Fasern vereinigten, mit Raphiden angefüllten Zellenreihen, die sich in dem Rinden- und Markparenchyme zerstreut finden und welche bei anderen Aroideen Milchsäfte enthalten, und zweitens die nur im Rindengewebe vorkommen-

den ästigen Bastzellen, beides vielleicht Organe, die vorzugsweise die Function haben, Absonderungsstoffe zu erzeugen, eine Ansicht, die ich von der verdickten secundären Membran schon in meiner Dissertation vermuthungsweise aussprach, sowie ich das Resorbirtwerden der Bastzellen insbesondere in meiner Abhandlung über die Palmen und über die Chinarinden erwähnte. (Die Vegetationsorgane der Palmen 1847 pag. 53; oben pag. 117 und: Die med. Chinarinden Neu-Granadas 1858; oben pag. 285.)

Diese Bastzellen der Rinde des Philodendron haben eine merkwürdig ästige Form, indem von dem oberen und unteren Ende der parallelepipedischen, horizontalgestreckten Zelle jederseits zwei sehr lange dünne Aeste ausgehen, die in den verhältnifsmäfsig weiten Zwischenzellräumen frei liegen und durch zugespitzte Enden abgeschlossen sind. Diese langen senkrecht stehenden Arme wachsen erst später aus, nachdem der Körper der Zelle seine vollständige Gröfse erreicht hat, und bald nach dem Auswachsen der Aeste in die Intercellularräume hinein beginnt die Verdickung ihrer gesammten Wandungen.

Mit grofser Sicherheit kann man sich hier davon überzeugen, dafs diese ästigen Bastzellen, sowie die hier mit Raphiden erfüllten Michsaftgefäfse, aus wirklichen Zellen hervorgehen, und nicht etwa aus Intercellularräumen, die mit Zellstoff ausgekleidet sind, entstehen.

In meiner Abhandlung über die Gerbsäure (Monatsbericht der Berl. Acad. der Wissenschaften 1857) beschrieb ich Milchsaftgefäfse der Colocasia, Dieffenbachia und anderer Aroideen, die mit einer flüssigen gerbsauren Verbindung angefüllt sind; diese Milchsaftgefäfse kommen mit den ästigen Bastzellen darin überein, dafs sie gleichfalls Aeste in die Intercellularräume hineinsenden, deren Membranen häufig übersehen wurden, da sie sehr dünnwandig sind, und so zu der Ansicht verleiteten, der Milchsaft befinde sich in Zwischenzellräumen. Ich glaube an jenem Orte bewiesen zu haben, dafs die Milchsaftgefäfse wirklich eigene Wandungen besitzen; sie sind daher auch hinsichts ihrer Entwickelungsweise analoge Organe der eben besprochenen Bastzellen.

Dieser Peridermbildung ganz ähnlich sind die Vorgänge, die bei der sogenannten Callusbildung an dem unteren in feuchte Erde gesetzten Theile eintreten, und zwar bei dem Philodendron-Stecklinge vorzugsweise dann, wenn derselbe eine Stammspitze war und sich nach der Trennung von den unteren Theilen des Stammes weiter zu entwickeln fortfuhr.

Auch unter diesen Verhältnissen bildet sich zuerst eine Korkschicht an der kaum abtrocknenden Schnittfläche, um das lebende Gewebe vor dem Zutritte der Atmosphäre zu schützen; jedoch erreicht hier die Korkbildung nicht die Ausdehnung wie bei der Vernarbung, sie dringt nicht so tief in das Innere des Pflanzentheiles neben der Epidermis und den Gefäfsbündeln hinab, und nachdem sich eine Peridermschicht von einiger Dicke gebildet hat, formen sich die mehr im Innern entstehenden Zellen nicht mehr in Korkzellen um, sondern verwandeln sich gleich den Cambiumzellen der Achsenspitzen in die verschiedenartigsten Gewebezellen.

Häufig finden sich hier in einer Mutterzelle zwei Zellkerne, jeder mit zwei Kernkörperchen oder zwei gröfseren Bläschen, von dem jedes zwei Zellkerne enthält, während ein gleichzeitig vorhandener, zum Zellsysteme der Mutterzelle gehörender Zellkern nicht zu erkennen ist.

Crüger (Bot. Zeit. 1860 pag. 369), der die Veränderungen im Zellgewebe bei der Callusbildung zuerst ausführlich beschrieb, glaubt, dafs in den durchschnittenen Gefäfsen keine Neubildung eintrete; dies ist jedoch ein Irrthum, ohne Zweifel veranlafst durch die grofse Zartheit der Wandungen der endogenen Zellen, deren Erscheinung ganz die gleiche ist, wie sie oben beschrieben und Fig. 3—5 abgebildet wurde, nur dafs sie heller gefärbt und durchscheinender sind, da sie nicht mit der Atmosphäre in Berührung kamen und daher nicht verkorkt sind.

Sowohl bei Mono- wie bei Dicotylen, z. B. aufser an dem Philodendron an Zingiber, Dracaena, Zamia, Cycas, Ficus, Gesneria u. a. m., habe ich die dem Callus angrenzenden Gefäfse mit neuen Zellen ausgefüllt gefunden. Ueberhaupt haben die entwickelten Gefäfse viel gröfsere Neigung, neue Zellen in sich zu erzeugen, als die schon verholzten Zellen, und es ist nicht einmal eine Verwundung der Gefäfse selbst dazu nothwendig. An einem Zweige der *Salix babylonica* hatte ich einen Rindenring bis auf das Holz entfernt, worauf im nächsten Jahre alle Gefäfse der peripherischen Holzlage vollständig mit Zellen angefüllt waren; die Holzzellen zeigten sich dagegen unverändert. Diese in den Gefäfsen neu entstandenen Zellen können unter Umständen zu neuen Gefäfszellen werden, nachdem die verdickte Haut des mütterlichen Gefäfses resorbirt wurde, und zur Verlängerung des ursprünglichen Gefäfses beitragen; ein Fall, den ich schon in meiner Untersuchung der Vegetationsorgane der Palmen (oben pag. 163 und 193) von dem *Lycopodium Springii* beschrieb und Taf. XII. Fig. 15 abbildete, wo allein das Gefäfsbündel sich zu einer Wurzelfaser ausgebildet hatte.

Auch diese bei der Callusbildung in den Gefäfsen auftretenden Zellen lassen es nach Maceration in Kalilauge erkennen, dafs sie nicht durch Abschnürung, sondern als freie Bläschen im flüssigen Inhalte der Zellen und Gefäfsen entstehen, wenngleich die Beobachtung des Momentes der Entstehung der Scheidewände hier ganz dieselben Schwierigkeiten darbietet, wie bei dem Korkgewebe.

II.

Oedogonium. Bildung neuer Gliedzellen durch Vergröfserung endogener Zellen. Resorption der Secrete der Mutterzelle bei deren gleichzeitiger Bildung in den Tochterzellen. Resorption des Zellkerns. Dessen Entwickelung und Wachsthum; die beiden die Scheidewand bildenden Tochterzellen lassen sich nicht wieder trennen. Zelliger Inhalt der entwickelten Gliedzellen. Nicht gestreckte Gliedzellen enthalten gleichfalls zwei Tochterzellen mit verdickten primären Häuten; abwärts verlängerte Ringfalten der primären Zellhaut. Bary's Zersetzungskugeln mit Thierparasiten.

Das eigenthümliche Verhalten der Mutterzelle der zur Gattung Oedogonium gehörenden Arten während der Bildung der Tochterzellen ist am ausführlichsten durch Bary erörtert (Schriften der Senkenberg'schen Gesellschaft Bd. I. 1854—55). Durch seine Untersuchungen wissen wir, dafs in dem oberen Theile einer in der Verlängerung befindlichen Gliedzelle die primäre Zellwand derselben eine einwärtswachsende Ringfalte bildet, und dafs diese Ringfalte, nachdem die sie bedeckende Hüllhaut ringsum über ihrer Mutterzelle durchrifs, plötzlich sich ausdehnt, wodurch die Gliedzellen dann bedeutend verlängert werden.

Die innere Structur der Oedogonien-Zellen und die Vermehrung ihrer Gliedzellen ist bisher nicht erkannt worden. Letztere wird, wie üblich, als Folge von Scheidewandbildung durch Abschnürung bezeichnet, und zwar soll sich nach Bary in der plötzlich ausgedehnten Zelle die Scheidewand innerhalb einer farblosen Schicht, die den grünen Inhalt in zwei Theile sondert, erst dann bilden, wenn diese Schicht aus dem unteren scheidenförmigen Theile der ringum eingerissenen Hüllhaut in Folge der allmäligen Ausdehnung der unteren Inhaltsmasse hervorgetreten ist. Bary betrachtet die untere der beiden neuen, gleichzeitig entstandenen Zellen als Mutterzelle der oberen.

Der wahre Vorgang dieser Zellenvermehrung entspricht nicht dieser Darstellung.

Es entsteht die Querzellwand nicht erst aufserhalb der Hüllhaut-Scheide, indem etwa nach der jetzt herrschenden Ansicht eine falten- oder plattenförmige horizontale Scheidewand von der peripherischen Wandung der um das nöthige Maafs verlängerten Mutterzelle bis zur Mittellinie der Zelle auswächst: vielmehr ist dieselbe schon vor der Zerreifsung der Hüllhaut und vor der plötzlichen Verlängerung der Mutterzelle vollkommen ausgebildet vorhanden.

Nur die Verdickung, nicht die Bildung der Querscheidewand erfolgt, nachdem die von Bary beschriebenen Veränderungen der Mutterzelle vor sich gingen, wenn dieselbe aus der Hüllhautscheide hervortritt, welche bis dahin den Theil der Gliedzelle einschlofs, in welchem durch die Entwickelung von Tochterzellen in ganz gleicher Weise, wie es von der Bildung der Korkzellen des *Philodendrum pertusum* beschrieben wurde, die Querscheidewand entstand.

Das Vorhandensein der Querscheidewand in den noch nicht verlängerten Gliedzellen, und zwar in denjenigen, in deren oberem Ende sich schon die Falte der Mutterzelle ausbildete, ist bei den Arten der Gattung Oedogonium überall leicht zu erkennen, auch schon von Hartig (Bot. Zeit. 1855 Sp. 414) und Anderen wirklich gesehen worden; nicht so die Entstehungsweise dierer Scheidewand. Die grofse Menge von Chlorophyll- und Amylum-Bläschen, die in kräftig vegetirenden Individuen dieser Pflanzen die innere Oberfläche der Zellwände bedecken, macht es unmöglich, die im Innern dieser Gliedzellen vor sich gehende Entwickelung neuer Zellen mit Sicherheit zu beobachten.

Ich benutzte zu meinen Untersuchungen Pflanzen, die sich in reinem Wasser aus Sporen des *Oedogonium grande* entwickelt hatten, bei denen viele Gliedzellen arm an Chlorophyll waren, so dafs an ihnen die Veränderungen des übrigen zelligen Inhalts deutlicher beobachtet werden konnten.

An solchen Pflanzen gelingt es, die eigentliche Bildungsweise der Scheidewand zu erkennen, die dadurch erfolgt, dafs von den vielen, das Innere der Gliedzelle ausfüllenden, kernlosen, wasserhellen Zellen zwei sich stärker vergröfsern (Fig. 21, 26 und 28), die übrigen alle seitwärts an die mit Chlorophyll, Amylum etc. belegte Wandung der Mutterzelle drängen, endlich sich gegenseitig berühren und zu einer anfangs oft geneigt stehenden Scheidewand (Fig. 21—23) an einander legen, so dafs sie eine Fläche bilden und den Raum der Mutterzelle gänzlich anfüllen (Fig. 27 und 29). Dieser Vorgang dauert einige oder wenige Minuten, und um ihn zu beobachten, mufs man eine solche inhaltsarme Zelle in's Auge fassen, an der die

Wandfalte die vollkommene Ausbildung erreicht hat, in welcher eine Scheidewand jedoch noch nicht vorhanden ist.

Nachdem sich die Scheidewand zu einer vollkommenen, die Zellhöhlung theilenden Scheibe ausbildete, dauert ohne Zweifel ein Wachsen, oder wenigstens eine Spannung der Zellenwände fort, wodurch eine etwa schief stehende Scheidewand eine horizontale Stellung erhält und zugleich ein Druck auf die Wandungen der Mutterzelle ausgeübt wird, der die Falte, über welcher inzwischen die Hüllhaut eingerissen ist, auseinander treibt und die Mutterzelle der beiden eben entfalteten Zellen um ein Drittel ihrer Länge vergröſsert (Fig. 22 u. 23).

Beide endogenen Zellen dehnen sich gleichzeitig mit dieser plötzlichen Entfaltung der Mutterzelle bedeutend aus. Wenn nicht beide gleichmäſsig sich vergröſsern, ist es in der Regel die obere, gewöhnlich kleinere von beiden Zellen, welche sich anfangs verhältniſsmäſsig stärker ausdehnt, und zwar nach unten, nach der neuen Scheidewand zu, während die an die Wandung der Mutterzelle gedrängten Chlorophyll- und Amylum-Bläschen ihren Ort anfangs nicht so bedeutend ändern. Dies ist die Ursache, daſs im ersten Moment nach der Ausdehnung der Mutterzelle die neue Scheidewand sich gewöhnlich jederseits frei von Secretionsbläschen zeigt, nur von durchsichtiger wässeriger Flüssigkeit begrenzt ist (Bary's farblose Schicht), ebenso das untere Ende der unteren Tochterzelle.

Diese erste, so plötzlich ausgeführte Vergröſserung der endogenen Zellen nach dem Zerreiſsen der Hüllhaut ist wohl, ebenso wie die Ausdehnung der Mutterzelle, nur ein physikalischer Vorgang, nicht ein Wachsthum, sondern nur eine Streckung der schon durch Assimilation vergröſserten Zellwand.

Allmälig verbreiten sich darauf die Secretionsbläschen wieder gleichmäſsig über die ganze Oberfläche; nur ganz in der oberen Spitze, im Scheitel der Mutterzelle, bleibt beständig eine dichte Anhäufung dieser Absonderungsstoffe, auch in den sonst fast von denselben entleerten Zellen, während das untere Ende der beiden jungen Tochterzellen meistens am längsten von denselben frei bleibt und farblos erscheint.

Uebrigens unterliegt diese Vertheilung der Absonderungsstoffe nicht so gesetzmäſsig der eben mitgetheilten Regel, daſs nicht Ausnahmen vorkämen.

Diese Verhältnisse sind deſshalb, wie es mir scheint, beachtenswerth, weil man daraus Schlüsse auf den Bildungsort der Absonderungsstoffe, auf die Wachsthumsrichtung der Zellen und demnach auf die Richtung der in der Zellenreihe sich verbreitenden flüssigen Nahrungstoffe machen kann.

Es scheint, als kommen diejenigen Stoffe, welche das Wachsthum der jungen Zellwand befördern, aus den unteren Theilen der Pflanze zu den oberen, während das Chlorophyll aus Verbindungen entsteht, welche aus den oberen Theilen der Pflanze sich in die unteren verbreiten.

Während der ersten Periode, welche auf die Entfaltung der Ringfalte und die Streckung der Zellen folgt, bleibt in der Regel die obere junge Gliedzelle mehr oder minder unverändert; die untere dagegen vergröſsert sich fortdauernd, wodurch die neue noch zarte Querscheidewand nach oben gerückt wird, bis sie endlich aus der Oeffnung der durchrissenen Hüllhaut hervorragt, und dann ihre Verdickung beginnt (Fig. 23 u. 24).

Bary giebt an, dafs er die Entstehung der Scheidewand durch allmähliches Einschnüren und Aussondern des Primordialschauches bei verschiedenen Arten von Oedogonien nach dem Hervortreten der hellen Schicht aus der Hüllhautscheide sicher gesehen. In der genannten Abhandlung pag. 42 heifst es: „Jedenfalls bildet sich die Scheidewand nicht simultan in ihrer ganzen Fläche; bei Anwendung von Chlorzinkjodlösung geht der contrahirte Primordialschlauch zuweilen deutlich mitten durch ein noch nicht vollkommen geschlossenes Dissepiment hindurch.“

Dafs diese Erscheinung, die ich von einer Spirogyra Fig. 67 zeichnete und auf die ich weiter unten bei der Cladophora zurückkommen werde, für die Entstehung der Scheidewand durch Abschnürung kein vollgültiger Beweis sei, werde ich dort erörtern.

Von einer Faltenbildung der Haut der Mutterzelle, nachdem die beiden Tochterzellen (Fig. 21, 26, 28) sich zu einer vollständigen Scheidewand (Fig. 22, 27, 29) an einander abgeplattet hatten, und von einem etwanigen Hineinwachsen dieser Falte zwischen die etwa wieder auseinader gedrängten Lamellen der Scheidewand habe ich nichts erkannt, mir vielmehr das schärfere Hervortreten der längst schon vorhandenen Scheidewand nur durch allmähliche Verdickung derselben vom Umfange aus erklären können. Dafs diese Verdickung der Scheidewand stets erst nach ihrem Hervortreten aus der Hüllhautscheide erfolgt, ist wohl wahrscheinlich durch die veränderte Natur und Wirkung der jetzt nur durch die Wandungen eines assimilirenden und secernirenden Zellensystems hindurch von Aufsen zufliefsenden Nahrungsstoffe zu erklären.

Inzwischen fängt auch die obere der beiden Zwillingszellen stärker zu wachsen an, wodurch sie endlich der unteren an Länge gleichkommt. Doch bleibt sie auch nicht selten etwas kürzer, was die Veranlassung des Unregelmäfsigen im Bau der Oedogonien ist.

Nägeli (Zeitschr. 1846 III. pag. 49) stellt der Idee einer Bildung freier Zellen in dem flüssigen, mit anderen festen Stoffen beladenen Zelleninhalte den Einwurf gegenüber, dafs in dem wandständigen festen Inhalte der Mutterzelle Veränderungen wahrgenommen werden müfsten, wenn derselbe in der Mutterzelle aufgelöst und in der Tochterzelle neu organisirt würde.

Ebenso begründet wie diese Voraussetzung Nägeli's in Bezug auf die Metamorphose der Absonderungsstoffe ist, ebenso unbegründet ist die Meinung, dafs eine solche nicht stattfinde. Schon in meiner Schrift *De cella vitali* 1843 pag. 71 und a. a. O. vertheidigte ich das Vorkommen des später von Nägeli bezweifelten Verhältnisses, indem ich, auf meine Beobachtungen gestützt, dort angab, dafs die in der Mutterzelle enthaltenen Secretionsstoffe für die folgende Generation Nahrungsstoff seien. Von der vollkommenen Richtigkeit dieses für die Erkenntnifs des Zellenlebens höchst wichtigen Satzes kann man sich auf das Leichteste durch Beobachtung der Oedogonien überzeugen, die wegen ihrer bedeutenden Lebenszähigkeit, in welcher sie fast der *Conferva glomerata* gleichkommen, ganz besonders geeignet sind in ihren Wachsthumsvorgängen anhaltend unter dem Mokroskope beobachtet zu werden. —

Die ganze Inhaltsmasse der auf die beschriebene Weise kürzlich in zwei Zellenräume getheilten Gliedzelle befindet sich nun zwischen der äufseren Oberfläche der beiden Tochterzellen und der inneren Oberfläche der Wandung der Mutterzelle.

Die neben den beiden sich vergröfsernden freien Tochterzellen vorhandenen gröfseren, zartwandigen, kernlosen, mit einer wasserhellen Flüssigkeit erfüllten Zellen (Bläschen) sind zu dieser Zeit nicht mehr vorhanden, sie gehen schon während der ersten Entwickelung der jungen Tochterzellen zu Grunde, diesen wahrscheinlich als erster Nahrungsstoff dienend. Alles Chlorophyll dagegen und das meistens sehr grofskörnige Amylum, welches je nach der Oedogonien-Species und nach den äufseren Lebensverhältnissen in variabler Menge vorhanden ist, wird ziemlich rasch während des Wachsthums und der Verdickung der Häute der jungen Gliedzellen verflüssigt, um für diesen Assimilationsprozefs der Zellenwandungen, sowie für die in den beiden neuen Zellen entstehenden jüngeren Generationen und die in ihnen sich bildenden Secretionsbläschen den Nahrungsstoff zu liefern. (Etwa in 24 Stunden ist die Verflüssigung der grofsen Amylumbläschen beendet.)

Zuerst unterliegen die Chlorophyll-, dann die grofsen Stärkemehlbläschen diesem Resorptionsprozesse, während sich im Innern der neu entstandenen Gliedzellen alle diese Formen wiedererzeugen, und zwar in der entgegengesetzten Reihenfolge. Zuerst treten in ihnen kleine Amylumbläschen auf, dann werden Chlorophyllbläschen sichtbar und zuletzt die grofsen hellen Bläschen, welche in der normal entwickelten gut ernährten Zelle äufserlich meistens nicht wahrnehmbar sind, und welche durch Ausdehnung von kleinen gelblich gefärbten, den jüngsten Entwickelungszuständen des Chlorophylles sehr ähnlichen Bläschen entstehen, während man auch mit Sicherheit sich überzeugen kann, dafs innerhalb des entwickelten Chlorophyllbläschens in vielen Fällen ein Amylumbläschen als Kern auftritt.

Bary's Meinung (Schriften der Senkenb. Gesellsch. I.), nach welcher sich das Chlorophyll in der äufseren Schicht, das Amylum mehr im Innern der Gliedzelle befindet, wird demnach nicht bestätigt. Schon in meiner Untersuchung der Vaucheria (Bot. Zeit. 1852; oben pag. 233) gab ich für diese Pflanze an, dafs sich das Stärkemehl meistens aufserhalb der Zelle befinde, welche das Chlorophyll enthält. Ebenso ist es auch beim Oedogonium in denjenigen Zellen, in welchen neue Gliedzellen entstanden sind. Die grofsen stark verdickten Amylumbläschen befinden sich, wenn nicht neben ihnen Chlorophyll vorkommt, aufserhalb der Zellen, welche dasselbe neben kleinen zartwandigen Amylumbläschen enthalten. Der Grund dieser Verhältnisse liegt in der successiven Entwickelung neuer endogener Zellen einer Oedogonien-Gliedzelle.

Wie die Entwickelungsphasen der benachbarten Oedogonien-Gliedzellen sehr von einander abweichen, so verhalten sich diese auch hinsichts der Vertheilung der in ihnen enthaltenen Absonderungsstoffe oft sehr verschieden.

Die Functionen der Kernzelle sind, wie für die Zellbildung im Allgemeinen, so auch hier beim Oedogonium in Bezug auf die Vermehrung der Zellen nicht der wahren Natur derselben entsprechend aufgefafst worden. Ein Zellkern fehlt den Oedogonienzellen zur Zeit der Neubildung von Zellen eben so häufig, ja vielleicht noch häufiger, als er in ihnen vorhanden ist; ohne Zweifel ist seine Existenz oder vielmehr seine Form von den Ernährungsverhältnissen, von der chemischen Zusammensetzung des Plasma, abhängig. Auch dort, wo der Zellkern vorhanden ist, kann es nicht verkannt werden, dafs die Entstehung neuer Zellen, und noch mehr die Entstehung der Scheidewand, völlig unabhängig von demselben ist.

In den Zellen, wo ein Kern in der bekannten Form noch zur Zeit des Auf-

tretens neuer Zellen vorhanden ist, liegt derselbe oft an der Wandung der Mutterzelle (Fig. 28), oft in ihrer Mittellinie, bald in ihrem mittleren Theile, bald einem Ende näher, und wird von den sich ausdehnenden, durchaus nicht in seiner Nähe entstandenen Tochterzellen mit dem übrigen Zellinhalte bei Seite geschoben, und an die innere Wandung der Mutterzelle gepreſst, worauf sogleich eine Resorption beginnt, der häufig ein Aufquellen vorher zu gehen scheint. Meistens ist diese sehr früh beendet, während in jeder der neuen, an festen Körpern noch leeren Gliedzellen erst dann ein Kern auftritt, welcher dem Entstehen der übrigen Formen von Secretionsbläschen vorher geht (Fig. 29).

In den ruhenden Vegetationszellen, d. h. in denjenigen, die scheinbar lange Zeit unverändert bleiben, und in denen keine Neubildung von Zellen zwecks der Vermehrung stattfindet (weder von Vegetations- noch Reproductions-Zellen), findet dennoch eine fortwährende, wenngleich sehr verlangsamte Regeneration der Zelle selbst statt.

Während die äuſseren, primären Zellmembranen aufgelöst und durch die sich verdickenden Häute der secundären Zellen ersetzt werden, vergröſsern sich die lange in ihrem embryonalen Zustande verharrenden Kernzellen und übernehmen die Functionen der secundären Zelle. Die in dieser (also auſserhalb der Kernzelle) befindlichen Secretionsstoffe lösen sich während dieser Entwickelung des Kernes auf und innerhalb der bis zur Gröſse der Mutterzelle angewachsenen Kernzelle bilden sich andere ähnliche wieder.

In Folge dieser Entwickelung der Kernzelle findet man nicht nur auſserhalb der beiden Tochterzellen, sondern auch auſserhalb der scheinbar secundären Zelle einer Oedogonien-Gliedzelle in gewissen Entwickelungsstadien Secretionsbläschen, gewöhnlich Stärkemehl, da das Chlorophyll zuerst verflüssigt wird (Fig. 63 nach Einwirkung schwacher Glycerinlösung gezeichnet).

In manchen Zellen weist schwache wässrige Jodlösung eine Amylumlösung zwischen den inneren Zellhäuten nach. Schon Mohl erwähnt dieses Umstandes, indem er neben anderen verwandten Bildungen eine schleimige, durch Jod blau werdende Ablagerung um den Primordialschlauch beschreibt. (Bot. Zeit. 1855 Sp. 732.)

Vor der Berührung mit Jod hat diese Schicht ganz das Ansehen einer trüben Gummi- oder Schleimlösung, nach der Verbindung mit demselben bildet sie eine klare, durchsichtige Flüssigkeit, verhält sich also wie fein vertheiltes Amylum.

Die beiden neu entstandenen Gliedzellen lassen sich, nachdem sie durch ihr Aneinanderlegen die Scheidewand gebildet, durch Einwirkung endosmotischer Mittel nicht wieder von einander trennen, eben so wenig wie sie dadurch von der sie umhüllenden secundären Zelle ihrer Mutterzelle sich loslösen.

Läſst man Salz- oder Säurelösungen, Glycerin etc. auf sie in diesem Zustande einwirken, so löst sich die Haut der secundären Zellen, die neuen Zellen und den übrigen Inhalt einschlieſsend, von der primären Zelle dieses in der Theilung begriffenen Gliedes und ballt sich mit dem ganzen Inhalte im Innern der Zellhöhle zusammen; in diesem Zustande zeigt sie keine Reaction auf Cellulose.

Erst nach der mehr vorgeschrittenen Resorption der Secretionsstoffe, welche sich auſserhalb der jungen Gliedzellen befinden, nachdem die Verdickung ihrer Wandungen und der ihrer Mutterzelle begonnen hat, was mit dem deutlicheren Hervor-

treten der Scheidewand zusammenfällt, tritt die blaue Färbung der äufseren Membranen der neuen Gliedzellen und ihrer jetzt gleichfalls verdickten und ihnen eng anliegenden Mutterzelle nach Berührung mit Chlorzinkjodlösung ein, gleichzeitig mit der Abtrennung einer secundären Zelle, die bis dahin nicht isolirt werden konnte.

Die Schwierigkeit oder vielleicht, für jetzt richtiger, Unmöglickeit, die an einander liegenden Häute der beiden endogenen Zellen von ihrer Mutterzelle (der secundären Membran der Gliedzelle) oder, vor der Verdickung ihrer Wandungen, von den in ihnen vorhandenen secundären Zellen durch Endosmose zu trennen, hat wohl zum Theil in der Natur des Zwischenzellstoffes, zum Theil in der sehr ähnlichen chemischen und physikalischen (diosmotischen) Beschaffenheit derselben ihren Grund.

Es ist übrigens die Aehnlichkeit oder Gleichheit dieser Membranen so grofs, dafs es höchst schwierig ist, zu unterscheiden, ob noch die jungen Zellen aus einer einfachen oder schon aus einer doppelten Zellwandung bestehen, ob die sie umschliefsende secundäre Membran der mütterlichen Zelle noch vorhanden oder etwa schon verflüssigt ist. Ebenso hat es seine Schwierigkeit, die neben den Chlorophyll- und Amylumbläschen im Innern der Zelle befindlichen gröfseren, mit farbloser Flüssigkeit erfüllten Bläschen mit Sicherheit zu erkennen.

Bei manchen Arten der Gattung Spirogyra, und noch viel leichter bei der *Cladophora glomerata*, kann man sich durch Zerschneiden der Gliedzellen unter Wasser, sowie auch durch die Einwirkung verschiedener Reagentien davon überzeugen, dafs dieselben mit einem zartwandigen Zellgewebe angefüllt sind; zuweilen gelingt es auch, die neuen Gliedzellen, die schon einen zelligen Inhalt haben, bevor deren Membranen verdickt sind, vollständig aus der mütterlichen Zelle hervortreten zu sehen.

Beim Oedogonium, dessen Gliedzellen erst nach beendeter Volumenvermehrung, gleichzeitig mit der beginnenden Verdickung ihrer Wandungen zelligen Inhalt erhalten, treten diese dann nicht mehr aus ihrer Mutterzelle hervor, und in ihren jüngeren Zuständen, in denen ich sie, da sie nur flüssigen Inhalt erkennen lassen, bisher nicht von den grofsen, ihnen benachbarten Secretionszellen zu unterscheiden vermag, sind sie eben so zartwandig wie letztere und werden bei der Berührung mit Wasser sogleich aufgelöst. Nur wenn man die Pflanzen statt unter Wasser in einer verdünnten Lösung von Gummi arabicum durchschneidet, gelingt es, einige der sehr zartwandigen, leicht zu übersehenden, endogenen, kernlosen, aus ihrer Mutterzelle hervorgetretenen Zellen einige Zeit zu beobachten; aber zu unterscheiden, ob diese hervorgetretenen Zellen nur vergängliche Secretionszellen oder frühe Entwickelungsstufen von neuen Gliedzellen seien, ist aus angeführten Gründen unmöglich.

Dafs die verdickten Membranen der Oedogonien und besonders die ausdehnsame Ringfalte, sich gegen Reagentien wie Cellulose verhalten, ist von früheren Beobachtern, besonders von Bary, ausführlich nachgewiesen. Diese Angaben kann ich noch dahin erweitern, dafs jene Ringfalte auch schon vor ihrer Ausdehnung allein nur aus Cellulose besteht. Bei dem gewöhnlichen Entwickelungsgange der Oedogonien ist diese Untersuchung schwierig anzustellen, wegen des augenblicklichen Zerreifsens der Hüllhaut und des plötzlichen Ausdehnens der völlig entwickelten Falte, bei der Berührung mit den zu diesen Versuchen nöthigen Reagentien.

An Exemplaren, die ich den Sonnenstrahlen ausgesetzt hatte, um sie zu rascherer Entwickelung anzuregen, die aber eine für ihre normale vegetative Thätig-

keit zu hohe Temperatur, nämlich 35° Réaum. zu ertragen gehabt, hatte sich innerhalb der noch geschlossenen und mit der Ringfalte versehenen, primären Zelle auch die Membran der secundären Zelle bedeutend verdickt, wie es Fig. 25 dargestellt ist.

An diesen Zellen konnte man mit Sicherheit beobachten, dafs die ringförmige Einschnürung gänzlich aus Cellulose besteht, d. h. die Cellulosereaction gegen Chlorzink-Jod-Lösung zeigt, da sie sich, auch bei der Berührung mit diesem Reagens, nicht ausdehnte.

Der Inhalt dieser so ungewöhnlich stark verdickten Zellen bestand aus verhältnifsmäfsig grofsen, wasserhellen, kernlosen Zellen, zwischen denen schwach grün gefärbtes Amylum, Chlorophyll und röthlich gefärbte Oeltropfen (?) einzeln zerstreut lagen; eine gröfsere Anhäufung von Chlorophyll befand sich in dem obersten Ende der Zelle.

Diese Oedogonien wurden bald gänzlich farblos, die grofsen wasserhellen Bläschen verschwanden, nur das fette Oel und vorzüglich das entfärbte Amylum hielten sich lange ohne aufgelöst zu werden unverändert in den abgestorbenen Häuten, deren Ringfalte gleichfalls verflüssigt wurde, während die übrigen Theile derselben Zellwandung noch unverändert waren.

Solche mit stark verdickten secundären Zellen versehene Individuen beobachtete ich auch hin und wieder zwischen anderen normal entwickelten. Auch an diesen hatte sich die Ringfalte nicht ausgedehnt, obgleich die aus einer doppelten Membran bestehende Hüllhaut (wahrscheinlich die eigentliche *cuticula* und der Rest der Membran einer Urmutterzelle) über ihr ringsum eingerissen war; sie war vielmehr nach einigen Tagen im Wasser aufgelöst! nur durch den jetzt entleerten Raum ihr früheres Vorhandensein noch zu erkennen.

In diesen Zellen hatten sich zwei junge Gliedzellen gebildet, deren eine gröfsere den unteren Theil derselben bis zur Ringfalte, die zweite den kleinen Raum der Mutterzelle oberhalb der Ringfalte einnahm. Beide waren mit Secretionsbläschen angefüllt und zuweilen gelang es hier, durch Anwendung verdünnter endosmotischer Mittel, beide nicht nur von der Wandung der mütterlichen Zelle, sondern auch von einander zu trennen. Sie enthielten alles vorhandene Chlorophyll etc. und auch die beiden endogenen Membranen der Mutterzelle wurden durch diese Operation etwas von einander gesondert.

In anderen Gliedzellen desselben Individuum waren gleichfalls zwei junge Zellen von der Gröfse und Lage der eben beschriebenen enthalten, sie konnten jedoch durch die gleiche Methode nicht mehr von einander getrennt werden; ebensowenig liefsen sich die beiden endogenen Membranen der mütterlichen Gliedzelle dadurch von einander trennen, ja überhaupt nicht mehr mit Sicherheit an derselben das Vorhandensein von zwei ineinander geschachtelten Zellen erkennen: wohl aber konnte von den verdickten Häuten der neuen Gliedzelle eine zarte Tochterzelle durch endosmotische Flüssigkeiten entfernt werden, die dann als die eigentliche nächste Hülle der endogenen Absonderungstoffe erkannt wurde. Es waren diese Gliedzellen also etwas weiter vorgeschrittene Entwickelungszustände, wie dies auch die beginnende Verdickung ihrer primären Membranen erwies.

Da an den eben beschriebenen Zellen nicht innerhalb der primären, jetzt

etwas verdickten Zellen, sondern, wie gewöhnlich, nur innerhalb der secundären Zellen Absonderungsstoffe vorgefunden werden, so könnte es zweifelhaft erscheinen, ob überhaupt die äufsere in der Verdickung begriffene Membran eine selbstständige Zelle repräsentire oder ob sie vielleicht nur die in Cellulose veränderte äufsere Verdickungsschicht der ursprünglichen Zellhaut sei, deren Rest die innere zarte, vielleicht noch Stickstoff enthaltende Membran darstelle.

Gegen diese an sich durchaus nicht unwahrscheinliche Ansicht, die sich der Lehre Mohl's von der Primordialschlauch-Natur der inneren, secundären Zelle nähern würde, sprechen verschiedene, beweisende Verhältnisse. Erstens ist es nach den oben mitgetheilten und Fig. 63 nach der Behandlung mit Glycerin gezeichneten Entwickelungsverhältnissen (vergl. pag. 379) annehmbar, dafs auch hier ursprünglich die primäre Zelle vor dem Beginn der Verdickung ihrer Wandungen Absonderungsstoffe, wenn auch vielleicht nur flüssige, enthielt, die sich jetzt, zur Zeit der Beobachtung, innerhalb der secundären Zelle befinden. Einen gültigeren Beweis als dieser, allerdings nur der Analogie entnommene, noch zu beobachtende, liefert ein anderer, von mir beobachteter Entwickelungszustand, in welchem die primäre Zellwand nicht zu der normalen, bekannten Ringfalte einwärts gewachsen war, sondern, wie es Fig, 49 gezeichnet wurde, zwischen den Zellwandungen der Mutter- und Tochterzelle sich zu einer abwärts wachsenden Falte entwickelt hatte.

Es fand sich dies interessante Verhältnifs in mehreren Gliedzellen von Fäden, an denen andere Zellen auch die normale Ringfalte hatten, und zwar erkannte ich es erst mit Deutlichkeit, nachdem Chlorzink-Jod-Lösung auf die Pflanze eingewirkt hatte, worauf die, wie gezeichnet, tief abwärts in die Zelle hineinragende Falte dunkelblau gefärbt war und sich sehr langsam ausdehnte, entfaltete und gerade streckte, bis sie endlich völlig aus der Hüllhautscheide hervorgetreten war und dann von einer in gewöhnlicher Weise plötzlich verlängerten Zelle nicht unterschieden werden konnte. Die secundäre Zelle war um ihren Inhalt contrahirt, wie Fig. 49 darstellt; bald dehnte sich jedoch auch der chlorophyll- und amylumreiche Inhalt aus und füllte den ganzen unteren Raum der Zelle bis an den Rand der Hüllhautscheide.

Diese Erscheinung beobachtete ich einmal an mehreren Individuen des Oed. grande ganz gleichartig, und, da die Entfaltung sehr langsam erfolgte, mit aller Sicherheit; habe aber seitdem vergebens darnach gesucht, wefshalb ich zu meinem Bedauern Näheres über die Verhältnisse, unter denen sich diese interessante Faltenbildung ereignet, nicht angeben kann.

Jedenfalls ist sie ein neuer Beweis gegen die oben angedeutete Ansicht, dafs die Zellstoffmembran die äufsere Verdickungschicht oder (wie Mohl's Schule sich es vorstellt, Aussonderungsschicht) der secundären Zelle sei, und kann nur durch die Entwickelungsfähigkeit der selbstständig assimilirenden Zellwand erklärt werden.

Auch die Erklärung der normalen Ringfalte als Absonderungsprodukt eines Primordialschlauches ist an sich durchaus hypothetisch. Nichts deutet darauf hin, dafs die secundäre Zelle in ihrem dem Ringe anliegenden Theile kräftiger oder anders vegetire, wie in ihren übrigen Theilen.

Aufser der bekannten und vielfach beschriebenen Entwickelung von Gonidien und Sporen beobachtete ich noch andere Organe, deren Function mir freilich bisher unbekannt geblieben ist, die aber wegen ihrer abweichenden und fremdartigen Ent-

wickelungserscheinungen gewifs eine allgemeinere Aufmerksamkeit verdienen, weshalb ich das Wenige, wenn auch genau doch unvollständig an ihnen bisher Beobachtete hier vorzuführen nicht für übereilt erachte.

Schon Bary hat, wie es scheint, etwas Aehnliches gesehen, indem er (in der angeführten Schrift) gewisse Zersetzungskugeln beschreibt und abbildet, die sich aus den Gliedzellen der absterbenden *Oe. capillare*, *Oe. acrosporum* und *Oe. echinospermum* entwickelten. Bary sah nämlich den zu einer Kugel zusammengeballten Inhalt einer Zelle aus länglichen Rissen hervorquellen, die in der noch nicht verdickten, weichen Haut der kürzlich ausgedehnten Ringfalte entstanden; seltner sah er solche die alte derbwandige Zellhaut durchbrechen.

Die von mir beobachteten, diesen Bary'schen Zersetzungskugeln ähnlichen Formen zeichnete ich auf Taf. XXV. Es war das *Oed. grande*, aus dessen dickwandigen Gliedzellen der ganze Inhalt, vollständig zusammengeballt, durch eine in der Wandung befindliche, kreisrunde Oeffnung hindurch, hervorquoll und aufsen eine sporenähnliche Kugel bildete (Fig. 50). Neben der Oeffnung findet sich eine kleine Scheibe von der Gröfse der Oeffnung, meistens noch an einer Seite der Oeffnung anhaftend, ohne Zweifel durch den hervorquellenden Zellinhalt aus der Oeffnung herangestofsen, die sie bis dahin verschlofs (Fig. 50*d*).

Der hervorgetretene, kuglig gewordene, sporenähnliche Körper besteht aus mehreren ineinander geschachtelten Zellen, deren beide äufsere Membranen häufig eine einfache Schicht kleiner Stärkebläschen enthalten, deren dritte innere Zelle mit Chlorophyll und Amylum erfüllt ist, während eine vierte rothbraune Bläschen enthält. (Zuweilen schienen diese Amylumbläschen auch von Anfang an zu fehlen, überhaupt war der Bau dieser Kugeln sehr variabel.)

Die Kugel ist in eine zarte, durchsichtige Zelle wie in einen Sack eingehüllt, welcher mit dem unteren, etwas in die Länge gezogenen Ende an der inneren Wandung der Gliedzelle neben der runden Oeffnung befestigt ist.

Mit Chlorzink-Jod-Lösung färbte sich die sackförmige Hülle, ebenso wie die Häute der Kugel selbst, sehr schön veilchenblau. Bary erkannte diese Cellulosereaction der Hülle nicht, und in der That hält es auch an älteren, schon länger aus der Mutterzelle hervorgetretenen Kugeln schwer, diese Färbung hervorzubringen. Die eigentlichen Häute der Kugel färben sich jedoch auch dann noch mit Leichtigkeit blau. Es enthalten dieselben in späteren Entwickelungsstadien keine Amylumbläschen mehr, dagegen sind sie dann netzförmig- oder schwach porös verdickt (Fig. 52).

Die in dem Sacke eingeschlossene Kugel läfst an der Basis einen schleimigen, stielartigen Körper erkennen, der mit dem unteren Ende der Hülle in der Gliedzelle befestigt ist. Es schien mir eine innere Hüllmembran zu sein, die jedoch an diesem unteren Ende nicht so ausgespannt ist, wie die äufsere, sondern zusammengefallen; auch dieser stielförmige Anhang wird durch jene Reagentien blau gefärbt.

Bary hält die sackförmige Haut für eine junge, vielleicht erst während des Austretens um den Primordialschlauch gebildete Membran, die mit der innersten Schicht der entleerten Zelle zusammenhängt. Es würde demnach die äufsere Haut der Kugel oder die zarte Membran, welche höchst wahrscheinlich dieselbe noch innerhalb des Sackes umgiebt und in den stielförmigen Anhang der Kugel übergeht, die secundäre Gliedzelle sein.

Ich selbst habe das erste Zusammenballen des Inhaltes nicht beobachtet, sondern nur solche Kugeln entstehen sehen, die schon den Anfang gemacht hatten aus dem runden Loche hervorzuquellen, habe daher über den Ursprung der verschiedenen Häute keine Kenntnifs.

Viele der noch in dem Sacke eingeschlossenen Kugeln hatten, obgleich sie kein Amylum enthielten, nicht netzförmig-, sondern gleichförmig verdickte, etwas stärkere Membranen; die in der dritten inneren Zelle enthaltenen Chlorophyll- und Amylumbläschen waren in geringerer Menge vorhanden, dagegen hatte sich die in der vierten, inneren Zelle enthaltene Masse rothbrauner Bläschen und körnigen Schleimes vermehrt, wie es scheint, auf Kosten der Absonderungsstoffe der nächst äufseren Zelle, besonders des Chlorophylles, welches in anderen gänzlich resorbirt war, die dann nur noch das Amylum in oft geringer Menge enthielten.

Die rothe Masse, welche das Centrum der Kugel einnimmt, ist anfangs meistens nicht durch das Chlorophyll hindurch zu erkennen, vielleicht fehlt sie oft ganz, denn sie ist wohl nur ein accidenteller Bestandtheil derselben, wie die fernere Entwickelung vermuthen läfst. Auch Bary beschreibt die von ihm beobachteten Kugeln als braun, und zuletzt schmutzig-carminroth werdend.

Ueber die Bedeutung dieser Organisation für die Pflanzenart habe ich keinen Aufschlufs erhalten; wegen des eigenthümlichen Hervortretens aus der Mutterzelle mittelst des stets vorhandenen Deckelchens glaube ich sie für eine ursprünglich normale Entwickelung nehmen zu dürfen; jedoch habe ich diese nicht verfolgen können, dagegen eine höchst merkwürdige abnorme Erscheinung an solchen Kugeln beobachtet, deren vierte innere, mit rothem Farbestoffe erfüllte Zelle die vegetabilischen Absonderungstoffe mehr oder weniger vollständig verdrängt hatte. Diese Kugeln sah ich häufig, während sie noch in dem Schlauche eingeschlossen und an der Oedogonien-Gliedzelle befestigt waren, an einem seitwärts befindlichen Punkte etwas nach Aufsen aufquellen und die glatte, verdickte Oberhaut der Kugel mit der eng anliegenden Schlauchmembran sich in diesem Punkte zum Durchgange der eingeschlossenen rothen Masse öffnen. Es war ein glatter, amöbenartiger Körper, der durch die kleine Oeffnung sich hervordrängte, aufsen alsbald eine Kugelform annahm, eine farblose, etwas körnige Oberhaut zeigte die lange, wimperartige Fortsätze ausschickte, welche nicht starr, sondern etwas beweglich waren und die verkürzt und verlängert wurden, während sich der kuglige Körper, augenscheinlich indem diese beweglichen Wimpern als Haftorgane dienten, in verschiedenen Richtungen langsam fortwälzte. Fig. 53 zeigt einen solchen Körper 700 mal vergröfsert.

Meistens kamen zwei bis drei solcher Körper nacheinander aus der Oeffnung einer Kugel hervor und öfter sah ich sie stundenlang in beschriebener Weise sich bewegen. Der Schlauch mit der anliegenden, dicken Kugelhaut blieb dann entweder ganz leer zurück oder es blieb noch etwas Amylum und eine zweite innere Zellhaut zurück. Die kleine collabirte Oeffnung, aus der die Amöben hervorgeschlüpft waren, erkannte man nur bei einiger Aufmerksamkeit. Dreimal sah ich zwei dieser kugligen, bewimperten Körper aufeinander treffen, sich aneinander legen (Fig. 54), an der Berührungsfläche miteinander verschmelzen und einen einzigen, unbeweglichen Körper bilden; zugleich verkürzten sich dann alle Wimpern der freien Oberfläche sehr schnell, eine völlig glatte Peripherie zurücklassend; die körnige, farblose Haut

wurde durchsichtig und bildete die structurlose, etwas dickwandige Hülle der beiden vollkommen zu einem nicht ganz regelmäſsigen, oblongen Körper verschmolzenen Kugeln.

Bald plattete sich dieser Körper unten sohlenförmig ab; der rothe, körnige Inhalt, an dem sich jedes Zeichen seiner Entstehung aus zwei Massen verloren hatte, lieſs dann von neuem eine Sonderung in zwei Portionen erkennen, die von öltropfenartigen, rothen Bläschen äuſserlich überlagert wurden; in jeder dieser Portionen sonderten sich wieder zwei Kugeln und an Stelle dieser erschienen darauf wieder mehrere kleinere; ein vollkommener Furchungsproceſs, wie er an Eiern nach der Befruchtung eintritt. Als Resultat dieser andauernden Entwickelung endogener Zellengenerationen, deren Bestimmung ohne Zweifel die Erzeugung höher combinirter organischer Verbindungen ist, ist jetzt die fortwährend in einiger Formveränderung begriffene, dickwandige Hülle mit einer groſsen Anzahl kleiner Bläschen erfüllt, welche durch die äuſsere rothe, aus scheinbaren Oeltropfen bestehende Schicht durchschimmern, die der farblosen Haut zunächst anliegen (Fig. 55). Nach zwei Tagen erkennt man deutlich eine Einschnürung der einen Hälfte des Inhaltes in mehrere Portionen, wie bei der Bildung eines Gliederthieres (Fig. 56). Von diesem Zustande an ging mir die in Entwickelung begriffene Larve mehreremal zu Grunde, nur einmal dauerte die Entwickelung bis zum dritten Tage, aber auch diesmal trat das Thier vor der völligen Ausbildung (wahrscheinlich durch den Druck des Deckgläschens in Folge einer etwas zu weit vorgeschrittenen Verdunstung des Wassers) aus der Hülle hervor, in der Weise und in der Form, wie es in Fig. 57 gezeichnet ist.

Leider ist diese Entwickelungsstufe immer noch zu unvollständig, um mit Sicherheit eine Bestimmung des Thieres wagen zu können, welches ich für ein Räderthier zu halten geneigt bin, und zwar für einen Rattalus, der in groſser Menge zugegen war. Dennoch scheint mir diese eben beschriebene, fortwährend von mir überwachte, überraschende Metamorphosenreihe geeignet, die Aufmerksamkeit der Zoologen in Anspruch zu nehmen. Ich habe noch hinzuzufügen, daſs in den noch mit Chlorophyll erfüllten, aber mehr oder minder kranken Gliedzellen des Oedogoniums eine röthlich gelb gefärbte Amöbe hauste, die sich von einer Zelle in die andere durchzubohren schien; in welchem Zusammenhange jedoch diese Amöbe mit den aus den scheinbaren Sporenkugeln hervortretenden steht, sowie über deren fernere Copulation und Metamorphose, unterlasse ich hier weitere Hypothesen. Die bekannten, groſsen Eier der Räderthiere und Crustaceen können nicht von diesen Entwickelungsformen eingeschlossen sein. Ebenso habe ich keine Beobachtungen über die Bildung des Deckelchens gemacht, der besonders dann merkwürdig wäre, wenn die aus der Gliedzelle hervorgetretene Kugel wirklich nur ein krankhaftes Produkt ist, veranlaſst durch den parasitischen Thierkeim.

Die Beobachtungen dieser Erscheinungen machte ich im Juni und Anfang Juli; später habe ich sie nicht auffinden können.

III.

Cladophora glomerata; Polarität ihrer Gliedzellen. Ursache der Polarität des vegetabilischen Organismus im Allgemeinen.

Bei einer Untersuchung der Zellenentwickelung kann die *Cladophora glomerata* nicht übergangen werden, da der ersten Theorie der Zellenbildung ihre Entwickelungsvorgänge als Grundlage dienten, indem Mohl dieselbe zu seinen wichtigen und folgenreichen Studien über diesen Gegenstand benutzte: Studien, die von allen jüngeren Pflanzenanatomen wiederholt wurden, welche die von jenem geschätzten Vorgänger gewonnenen Resultate fast ohne Ausnahme bestätigten.

Wenn ich dessenungeachtet auch heute noch, nach wiederholter und aufmerksamer Untersuchung dieser interessanten Pflanze, das von mir erörterte Entwickelungsgesetz auch bei der Bildung der Zellen ihres Gewebes befolgt sehe: so müssen wohl besondere Schwierigkeiten für die Erkennnng der wahren Erscheinungen durch die Structurverhältnisse dieser Pflanze gegeben sein.

Und unleugbar sind dergleichen Hindernisse in der Entwickelungsweise der Zellen dieser Pflanze begründet, insofern nämlich erstens die grofse Menge der Absonderungszellen, welche in den Vegetationszellen enthalten sind, die jüngsten Anlagen dieser verdecken und deren Beobachtung erschweren: zweitens in den Gewebezellen nicht wie gewöhnlich deren jüngste Glieder längere Zeit unentwickelt bleiben und den sie als solche charakterisirenden Kern darstellen: drittens die successive, endogene Entwickelung auch bei den Absonderungszellen dieser Pflanze in hohem Grade ausgeführt ist, wodurch der unterscheidende Character einer Vegetations- und Secretionszelle verwischt wird.

Diese Verhältnisse sind es zum Theil, welche die Erkennung der wahren Entwickelungsvorgänge der Gewebezellen dieser Pflanze erschwerten, wie schon Jessen (a. a. O.) dies durch Mittheilung seiner an verschiedenen Algen gemachten Beobachtungen erörtert hat; zum Theil auch ist es die Methode der Untersuchung, indem zu derselben chemisch wirkende Reagentien wie physikalische Hülfsmittel benutzt wurden.

In dem Folgenden werde ich meine Wahrnehmungen in der Reihenfolge vorführen, wie ich sie an der sich entwickelnden Pflanze zu machen Gelegenheit hatte. —

Von mehreren Algen ist es beobachtet worden, dafs einzelne ihrer Gewebezellen sich von dem Gesammtorganismus trennen und frei geworden, gleich Gonidien oder Knospen der zusammengesetzteren Pflanzen, sich zu vollständigen Individuen ausbilden. Dieser Vorgang, der unter gewissen, bisher noch nicht vollkommen erkannten Verhältnissen von der Natur ausgeführt wird, kann bei der *Cladophora glomerata* und wahrscheinlich auch bei den übrigen verwandten Conferven künstlich eingeleitet werden.

Durchschneidet man eine *Cladophera glomerata* der Länge nach in kleine Stückchen, so dafs eine Zelle zwischen je zwei durchschnittenen unversehrt bleibt und bringt diese Theilchen wieder in Wasser (Fig. 30 und 48), so fliefst aus den zerschnittenen Zellenenden der auf den ersten Blick schleimig-körnig aussehende In-

halt zum Theil hervor, zum Theil wird er in der durchschnittenen Zelle nach und nach von dem eindringenden Wasser verändert und aufgelöst.

Die eine undurchschnittene Zelle aber widersteht der Einwirkung des Wassers auf ihre inneren, jetzt freigelegten Querwandungen, gleich der die Seitenwände bedeckenden Cuticula, welche die Diosmose auch nicht in dem Maafse zuläfst, dafs diese störend auf die Assimilationsthätigkeit der eingeschlossenen Zelle einwirken könnte. Die auf diese Weise isolirte Zelle fährt fort sich zu entwickeln, wenn auch anfangs verlangsamt und in veränderter Form: denn aus ihr bildet sich, ähnlich wie aus einer Keimzelle, ein vollkommenes Individuum hervor.

Die erste, an der Zelle wahrzunehmende Veränderung ist ein Druck derselben auf die beiden freigelegten Querwandungen. Diese Querscheidewände stellen im natürlichen, unverletzten Zustande der Conferve eine flache Scheibe dar, nach dem Durchschneiden der benachbarten Zellen werden sie von der sich etwas spannenden, unverletzten Zelle nach aufsen hin gedrückt, so dafs sie in Bezug auf diese Zelle eine concave Form annehmen (Fig. 30 u. 31).

Diese anfangs gleichmäfsig auf beide Zellwandungen ausgeübte Spannung wirkt aber bald nur auf die eine derselben fort, und zwar stets auf die ursprünglich untere, was man an solchen Abschnitten sicher erkennt, an denen eine Astzelle vorhanden ist (wie Fig. 30, 31, 42). Die sich vergröfsernde, unverletzte Zelle schiebt nun zuerst gewöhnlich die untere, ursprüngliche Querscheidewand immer weiter abwärts vor sich her, innerhalb der durchschnittenen cylindrischen Seitenwandung, indem meistens der Durchmesser dieses Cylinders nicht ganz ausgefüllt wird, wodurch um so deutlicher die sich über sie ausdehnende, sie umhüllende, vergröfserte Querscheidewand weit abwärts unterschieden werden kann.

Diese untere Verlängerung wird stets zunehmend schmäler und dünner als der Durchmesser des oberen Theiles der Zelle (Fig. 33, 34, 35); sie ist häufig nicht so dicht mit Chlorophyll angefüllt (Fig. 42, 45), wie die normal entwickelten Glieder der Pflanze und ihr unteres Ende legt sich gewöhnlich an andere todte oder lebende organische Körper an, auch an lebende Zellen der eignen Art, breitet sich über dieselben mit dünnen Verästelungen aus und haftet eng an sie an (Fig. 43, 44, 45), indem es mit denselben verwächst, ohne jedoch bemerklichen Einflufs auf deren Lebensthätigkeit auszuüben. Es ist diese untere directe Verlängerung der Conferven-Zelle also deren Wurzelende geworden.

Ganz anders verhält sich das obere Ende derselben Zelle. Auch dies obere Ende zeigt anfangs eine Spannung auf die freigelegte Querscheidewand gleich dem unteren Ende, nie jedoch habe ich mit Sicherheit eine unmittelbare Verlängerung der Scheitelfläche der Zelle nach oben, in die entleerte Zelle hinein beobachtet: sondern wenn hier an dem oberen Ende der Zelle eine Wachsthumsveränderung eintritt, was gewöhnlich später nach vorhergegangener Ausdehnung des Wurzelendes geschieht, so dehnt sich dieselbe unterhalb der früheren Querscheidewand nach einer Seite hin über die Oberfläche hinaus zu einem Ast aus, in derselben Weise, wie dies bei der normalen Astbildung der unverletzten Conferve vor sich geht.

Es entwickelt sich also der Ast innerhalb der sich über sie ausdehnenden, ursprünglichen Hüllhaut der ganzen Pflanze, während hier das, die Wurzel der höheren Pflanzen vertretende Organ nicht von dieser allgemeinen Hüllhaut der Pflanze

bedeckt ist, sondern nachdem sie die anliegenden Häute der durchschnittenen Zelle durchwachsen hat, frei und unbedeckt sich im Wasser verlängert.

Es findet sich hier demnach ein der zusammengesetzten Pflanze gleiches Verhältnifs in der Entwickelung dieser beiden physiologisch differenten Organe; denn auch alle Theile, die dem *caudex adscendens* der mit Gefäfsen versehenen Pflanzen angehören, sind während ihrer Entwickelung von der Hüllhaut bedeckt, welche der Wurzel mit ihren Verästelungen fehlt, die nur von einem, dem Korke in mancher Hinsicht zu vergleichenden Gewebe auch an der vegetirenden Spitze umhüllt ist.

Das gesetzmäfsige Innehalten der Wurzelbildung aus dem ursprünglich unteren Ende, der auf die beschriebene Weise isolirten Confervenzelle, sowie die Astbildung aus dem ursprünglich oberen Ende, von welcher Regel höchst selten Ausnahmen vorkommen [1]), macht es ersichtlich, dafs in jeder dieser Zellen schon eine physiologische Differenz der beiden entgegengesetzten Enden existirt.

Auch an den aus einem Systeme von endogenen Zellen bestehenden, an einer Seite mit schwingenden Wimpern besetzten Schwärmsporen und Gonidien der Algen erkennt man eine gleiche prädisponirte Polarität. Auch hier wird stets die eine Seite, und zwar die mit Wimpern besetzte, zur abwärts wachsenden Haftwurzel, das diesem entgegengesetzten Ende der Spore, innerhalb der sich verdickenden Mutterzelle, zum auftwärts strebenden Stamme. Diese ohne Zweifel durch die Entwickelung in der Mutterpflanze schon vorbereitete Sonderung der mit verschiedenen Functionen begabten Regionen der Zelle, giebt die Grundlage zu der Verschiedenartigkeit in den Verrichtungen der Organe der entwickelten Pflanze.

Zum Theil ist es die Art der, von der Lage in der Mutterzelle und in der Mutterpflanze abhängigen Ernährung der Sporen und Keimzellen, welche der Zelle, zugleich mit ihrer Entstehung und Entwickelung, die Verschiedenartigkeit der Functionen ihrer verschiedenen Regionen einimpft.

Zum Theil auch ist diese, an ihren gegenüber liegenden Polen heterogene Thätigkeit vieler keimenden Algensporen und des sich entwickelnden phanerogamen Embryo wohl in der anatomischen Verschiedenheit dieser Pole begründet, indem nämlich das die Wurzelfunction übernehmende Ende des jugendlichen Organismus die mütterliche Zelle durchbricht, welche als Hüllhaut das entgegengesetzte Ende — wenigstens die jüngsten Theile desselben bis zu der vollständigen Ausbildung der normalen Form — umhüllt. Auch können wir als Ursache ihrer Polarität zum Theil schon die schwingenden Wimpern, mit denen die Keimkörner besetzt sind, vermuthen. Die Wimpern selbst nämlich, haarförmig ausgedehnte Secretionszellen (Bot. Zeitung 1852), sind die ersten einfachen Ernährungsorgane des embryonalen Organismus. Gefüllt mit einer Flüssigkeit, welche die Aufnahme von Stoffen aus der Umgebung veranlafst, bereiten sie der Zelle, an der sie haften, ohne Zweifel den ersten Nahrungsstoff [2]), welcher derselben, besonders während der Auflösung der Wimpermem-

[1]) Einmal beobachtete ich einen Wurzelast, der an der Seite der untersten Gliedzelle hervorsprofste. Dafs aus der ausgebildeten Wurzel sich wieder aufsteigende Aeste entwickeln, ist keine Seltenheit und schon von Meyen beobachtet. (Nov. Act. Leop. 1828.)

[2]) Die Entwickelung der Algenkeime wird durch organische Materie sehr begünstigt, man kann dieselben während ihres Schwärmens dadurch nach einem bestimmten Orte hin locken, dafs man z. B. eine Confervenzelle daselbst durchschneidet, worauf in der Nähe des ausfliefsenden Plasmas sich eine grofse Menge versammeln.

branen übertragen wird, wodurch die Prädisposition der ihnen angrenzenden Zellenregion zur Wurzelfunction befördert oder veranlaſst wird.

Diejenigen Keimzellen (Gonidien), welche ringsum mit einem gleichförmigen Flimmerepithelium überzogen sind, z. B. diejenigen der Gattung Vaucheria, zeigen nicht die prädisponirte Polarität ihrer gegenüberliegenden Enden.

Dagegen finden sich in der sich entwickelnden Keimzelle des zusammengesetzten Organismus der phanerogamen Pflanzen ähnliche Verhältnisse wieder. Auch bei diesen liegt die Lösung des Räthsels der gesetzmäſsigen Lage des Würzelchens der jungen Pflanze nach dem Knospenmunde zu — unabhängig von der Anheftungsweise der Saamenknospe an der Placenta, aus der sie die Nahrungsflüssigkeit empfängt — ohne Zweifel zum Theil darin, daſs der erste Anstoſs zu der Ausführung der typischen Form des entwickelten Organismus, welcher der einfachen befruchteten Zelle innewohnt, durch den Inhalt des Pollenschlauches gegeben wird, der durch die Micropyle in die Saamenknospe eindringt, und die polare Thätigkeit der indifferenten Keimzelle einleitet.

Sowie in der fadenförmigen Conferve diese einmal eingeleitete polare Thätigkeit der Keimzelle sich auf die ganze Zellenreihe des entwickelten Organismus fortpflanzt, und zugleich in jeder einzelnen desselben sich ausgeprägt findet, so geschieht es auch in der aus verschiedenen Gewebearten zusammengesetzten phanerogamen Pflanze, wodurch die jedem Stücke des Stengels oder des Blattes innewohnende Prädisposition zur polaren Thätigkeit, die sich in der gesetzmäſsigen Entwickelung neuer Wurzeln an dem ursprünglich unteren Ende des Organentheiles zu erkennen giebt, ihre Erklärung findet.

Diese Erscheinung abhängig machen zu wollen von der Gegenwart von Gefäſsen, die mit Functionen versehen seien, denen der Gefäſse des thierischen Organismus analog, wie dies, merkwürdig genug, noch in neuester Zeit wieder vorgetragen wird, giebt von einem gänzlichen Verkennen des Baues des Pflanzengewebes Zeugniſs.

IV.

Das die Cladophora-Gliedzelle in gewissen Perioden anfüllende Gewebe von Secretionszellen, welche in der Mittellinie der Zelle entstehen und an der Peripherie verflieſsen. Einzelne dieser Secretionszellen verdicken ihre Membran.

Nach der allgemein jetzt herrschenden Ansicht bestehen die meisten Gewebezellen der Pflanzen in einer gewissen Lebensperiode aus der äuſseren Zellhaut, aus dem Primordialschlauche (der inneren zweiten Zellhaut) aus dem, einen Kernkörper enthaltenden Zellkerne (der inneren dritten und vierten Zellhaut) und aus der zwischen dem Kerne und dem Primordialschlauche befindlichen trüben, körnig-schleimigen Flüssigkeit, dem Protoplasma, Plasma oder Zellsaft. In dem letzteren bilden sich während der Vergröſserung der beiden äuſseren Zellhäute unregelmäſsig vertheilte Lücken oder Hohlräume, welche den übrigen körnig-schleimigen Inhalt in zwei Theile sondern: in einen centralen, den Kern umgebenden, und einen peripherischen die Innenwandung des Primordialschlauches auskleidenden; beide sollen durch fadenförmige einfache oder verästelte Fortsätze mit einander in Verbindung stehen.

Die Zellen der Cladophora lassen keinen Zellkern erkennen. Ihr Plasma wird beschrieben als ein schleimiges, an der Oberfläche, der zweiten inneren Zelle zunächst, dichteres (nach Nägeli hier zu dem Innenschlauch erhärtendes) daselbst Chlorophyll und Amylum einhüllendes.

Dies Alles verhält sich nun etwas anders und erfordert eine eingehende Erörterung, um die Organisation dieser Zellenpflanzen, sowie die der Pflanzenzelle überhaupt, richtig zu würdigen.

Der bei der Durchschneidung der *C. glomerata* unter Wasser hervorquellende Inhalt unterliegt gröſstentheils sehr bald der Einwirkung des Wassers, so daſs nur die Chlorophyll- und Amylumbläschen und später endlich nur letztere noch zu erkennen sind. Diese Amylumbläschen finden sich häufig als Kerne der Chlorophyllbläschen, in denen sie sich nach und nach vergröſsern, während die Substanz der Chlorophyllbläschen verflüssigt wird.

Eine genauere Beobachtung der aus dem durchschnittenen Confervengliede hervorquellenden Substanz, während der gleichzeitigen Einwirkung des Wassers auf dieselbe, läſst erkennen, daſs diese anscheinend schleimige Flüssigkeit aus wasserhellen Bläschen und Zellen besteht, welche gefüllt sind mit einem durchsichtigen entweder gänzlich farblosen, oder zum Theil grün gefärbten Safte, welcher letztere dann wie ein grüner Schleim sich an die Wandungen der sehr zarten Haut der Zellen anlegt, sie auſsen oder innen überzieht; oft auch sie gänzlich ausfüllt. Die Gröſse dieser Bläschen variirt von den allerkleinsten bis zu solchen, deren Durchmesser den Querdurchmesser der Conferve bedeutend übertrifft; doch ist die Bestimmung der ursprünglichen Gröſse sehr schwierig, da alle im Augenblicke des Durchschneidens des Confervenfadens und der Berührung mit Wasser auſserordentlich rasch und stark ausgedehnt werden, meistens bald zerplatzen.

Durch Bewegung des Wassers kann man die aus der Mutterzelle hervorgetretenen, zarten, noch nicht geplatzten Zellen fortrollen machen und sich von dem Widerstande, den ihre Membranen gegen die Einwirkung des Wassers einige Zeit ausüben, überzeugen. Auch in dem sich entleerenden Theile der zerschnittenen Gliedzelle erkennt man jetzt ähnliche zarte Zellen, an der inneren Wandung der secundären Membran hier und dort anklebend. Die mittlere Höhlung der Gliedzelle ist später mit Wasser oder auch wohl mit Luft angefüllt, wenn letztere während des Zerschneidens eindrang.

Mehrere solcher kleinen Bläschen und zartwandigen Zellen sind ganz gewöhnlich von einer gröſseren eben so zartwandigen Zellhaut gemeinschaftlich umhüllt. Diese anfangs den inneren Zellen eng anliegende Haut wird durch Einwirkung des Wassers bald von denselben abgehoben und durch etwas länger andauernde Endosmose so sehr ausgedehnt, daſs sie an irgend einer Stelle zerreiſst, worauf dann plötzlich die bis dahin glatte und structurlose Membran zusammenfällt, körnig erscheint und von den klaffenden Rändern des Risses an, aufgelöst wird.

Die durch die Auflösung der Mutterzelle frei gewordenen, in farblosem oder grünem Schleime eingebetteten Bläschen und Zellen sind nun gleichfalls den Einwirkungen des Wassers preisgegeben und unterliegen denselben in gleicher Weise, meistens in 10 — 15 Minuten. Ist das Wasser nicht in hinreichender Menge vorhan-

den, so erhalten sich die etwas gespannten Häute in der schleimigen Umgebung längere Zeit.

Frühere Beobachter haben Aehnliches gesehen z. B. Meyen (Act. Leop. 1828 pag. 447 und 448) an den aus den Gliedzellen hervortretenden Gonidien, Saulier an denjenigen der Derbesia (Annales des sc. nat. 3 ser. tom. VII. 157), Unger bei *Achlya prolifera* (Linnaea 1843, 129), Itzigsohn und Hartig (Bot. Zeitung 1854), Letzterer an der *Vaucheria dichotoma*, Alle jedoch haben diese nicht genau erkannte Erscheinung anders gedeutet, indem sie die in Folge der Endosmose von den Tochterzellen sich abhebende Mutterzelle der Anschauungsweise Mirbel's folgend, als einen entstehenden Niederschlag auf jene betrachteten.

Hartig sagt, man sehe nach der Durchschneidung des Vaucherienschlauches Blasen aus demselben hervortreten und sich abschnüren, später in dem Wasser platzen, einen Theil ihres Saftes entleeren, dann durch Contraction der Häute sich sofort wieder schliefsen und von neuem anschwellen; auch sollen zwei und mehrere durchschnittene Schläuche sich nach Art der Copulation zu einer Blase vereinigen.

Durch vielfache Beobachtungen dieser Erscheinungen habe ich mich überzeugt, dafs diese scheinbaren Abschnürungen, Contractionen und wiederholte Anschwellungen nichts anderes sind, als die successive Ausdehnung und Auflösung der endogenen Zellensysteme. Die einmal geplatzten oder durchschnittenen Blasen vereinigen sich nie mit einander, noch schwellen sie endosmotisch an, wie Hartig dies gesehen zu haben glaubt, sondern werden unaufhaltsam zerstört; die unverletzt aneinander liegenden aber lassen wegen der grofsen Zartheit ihrer Häute, wenn ihr Inhalt ungefärbt ist, die sich berührenden Wandungen schwer erkennen, so dafs sie alle nur eine Höhlung zu bilden scheinen. Fügt man zu dem Wasser, worin sich der zellige Inhalt der Conferve befindet, wässrige Jod- oder Tanninlösung hinzu, so erfolgen die Erscheinungen des Anschwellens und Zerplatzens der farblosen, endogenen Zellen noch um vieles rascher, besonders mit letzterer Lösung, während der Inhalt derselben ungefärbt bleibt und sich leicht mit der Flüssigkeit vermischt.

Zuweilen sieht man sogleich nach dem Zerschneiden der Conferve im Wasser eine grofse zartwandige Zelle von der halben Länge und dem gleichen Querdurchmesser der Gliedzelle continuirlich sich hervordrängen, angefüllt mit anderen zum Theil hellen, durchsichtigen, zum Theil grün gefärbten Zellen, welche Chlorophyll und Amylumbläschen enthalten. Es scheint als dringe eine ganze junge Gliedzelle vollständig aus der Confervenzelle hervor. Nach kurzer Zeit wird die äufsere Wandung, die Mutterzelle aller jener eingeschlossenen Zellen, vom Wasser verflüssigt, verschwindet plötzlich ringsum auf einmal, oder indem von einem Ende die Auflösung beginnt und von da aus sich über den ganzen Umfang fortsetzt, und nun treten alle die eingeschlossenen, bis dahin meist nur durch die sich berührenden und abgeplatteten Wandungen erkennbaren Körper, als kuglige Bläschen und Zellen mehr oder minder über die Oberfläche des Conglomerates hervor, dehnen sich continuirlich aus, bersten und verschwinden dann plötzlich.

Anders sind die Erscheinungen, wenn die Durchschneidung der Alge statt unter Wasser in einer Lösung von arabischem Gummi vorgenommen wird. Es zeigen sich dann, während gleichzeitig die Flüssigkeit in die durchschnittene Algenzelle

eindringt, fast nur ganz wasserhelle, nicht die grün gefärbten Zellen, noch täuschender als im Wasser, wie Tropfen erscheinend. Man sieht sie aus dem Innern der Confervengliedzelle in grofser Menge und sehr verschiedener Gröfse durcheinander sich hervordrängen, indem sie, je näher sie der Mündung kommen, desto mehr sich vergröfsern und diese bald gänzlich verstopfen. Sie sind theils bedeckt von grünem Schleime, theils ist derselbe zu einer gröfseren Masse zusammengeballt, den die wasserhellen Zellen umgeben und in welchem sie eingebettet sind.

Fügt man nun Wasser zu der Gummilösung nach und nach hinzu, so sieht man diese wasserhellen gewöhnlich Vacuolen genannten Zellen langsam noch etwas anschwellen, bis sie endlich plötzlich platzen, worauf sich dann ihr Inhalt mit dem Wasser mischt, ihre Haut zusammenschrumpft, sich aber meistens nicht löst.

Die grünen schleimigen Massen beginnen jetzt gleichfalls zu quellen und man erkennt mit Deutlichkeit, dafs es die mit grünem Schleime erfüllten Bläschen sind, welche in der Gummilösung collabirten, während ihre, den grünen Schleim umgebenden Häute jetzt im Wasser wieder gespannt werden.

Die im Wasser geplatzten Häute der mit farbloser, stark endosmotischer Flüssigkeit angefüllten Zellen lassen sich mit corrodirenden Reagentien behandeln, ohne alsbald gelöst zu werden.

Setzt man sie der Einwirkung einer wässrigen oder spirituösen Jodlösung aus, so überzeugt man sich, dafs weder der Inhalt noch die Haut dieser Zellen durch Jod sichtlich gefärbt werden, ebensowenig durch Chlorzinkjod-Lösung, welches die zusammengeschrumpfte Haut kaum schwach gelb färbt.

Uebrigens modificirt nicht nur der Entwickelungszustand der Pflanze diese Erscheinungen, sondern wahrscheinlich auch die Verschiedenheit ihrer Ernährungsverhältnisse, wie dies auch bei den weiter unten beschriebenen Spirogyren erkannt wurde.

Aus allen diesem geht hervor, dafs die Gliedzelle der *C. glomerata* nicht zu allen Zeiten ihrer Entwickelung eine schleimig-körnige zähe Flüssigkeit, den gonimischen Inhalt Kützing's, das Protoplasma Mohl's enthält: dafs dieselbe vielmehr in gewissen Perioden gänzlich angefüllt ist mit zartwandigen stark diosmotischen, sich abwechselnd im Wasser aufserordentlich rasch vergröfsernden und in Gummilösung einschrumpfenden Zellen, wie mit einem vollkommenen Zellgewebe.

Die Natur dieser endogenen Zellen ist eine zweifache. Einige derselben enthalten nämlich neben farbloser wässriger Flüssigkeit, oft auch ohne diese, mehr oder weniger eines grünen schleimigen Stoffes (beide Stoffe höchst wahrscheinlich in eigne Zellhäute eingehüllt) und in demselben frei schwimmend, entweder nur kleine Bläschen von Amylum und Chlorophyll — welche letztere häufig ein Amylum-Kernbläschen enthalten — oder auch kleinere und gröfsere Zellen, in denen dann diese Körper enthalten sind. Ihre Haut spannt sich im Wasser und zerfliefst bald in demselben.

Die Zellen der zweiten Art sind nur mit einer klaren, durchsichtigen Flüssigkeit angefüllt, und denen sich im Wasser rasch bedeutend aus, bis sie platzen; daher sind sie in demselben kaum zu beobachten, wenn nicht durch Vermischen des Wassers mit Gummi dafür gesorgt ist, die Ausdehnung der diosmotischen Membran zu verlangsamen, worauf man sich dann zuweilen überzeugen kann, dafs die

Membran vieler dieser Zellen in Wasser und Chlorzinkjod-Lösung corrodirt, aber nicht gelöst wird.

Zwischen diesen beiden Zellenarten kommen Mittelformen vor, welche ersichtlich machen, dafs beide nicht gänzlich verschiedener Natur sind, sondern nur Entwickelungsstufen einer und derselben Zellenart.

Die Erscheinungen, welche während der Einwirkung der Flüssigkeiten auf die durchschnittenen Gliedzellen und auf die sich ausdehnenden und hervorquellenden endogenen Zellen stattfinden, ebenso wie auch die Lagerung der letzteren in den unverletzten, normal entwickelten Gliedzellen sprechen dafür, dafs die aus wässrigem Inhalte und resistenteren Häuten bestehenden Zellen die Mittellinie der cylindrischen Confervengliedzelle einnehmen, die mit Chlorophyll erfüllten und mit in Wasser löslichen Häuten versehenen dagegen sich der Oberfläche dieses centralen Gewebes näher befinden.

Nicht selten sieht man auch an den Enden der Gliedzellen völlig normal entwickelter Pflanzen, wie bei Fig. 31 *x*, die wasserhellen, zu polyedrischen Formen aneinander geprefsten Zellen, welche den Mittelraum der Gliedzellen einnehmen, unter den, an der Oberfläche befindlichen, mit Chlorophyll angefüllten sich hervordrängen.

In der Periode der Vermehrung der Gliedzellen fehlen, wie es scheint, entweder gänzlich die gröfseren dieser mit Absonderungsstoffen erfüllten endogenen Zellen, oder es sind dann nur noch vorzugsweise diejenigen vorhanden, die in ihren leicht in Wasser zerfliefsenden Häuten die kleineren, Chlorophyll und Amylum einschliefsenden, enthalten, welche dann allein noch in der Umgebung grofser, endogener Zellen erkannt werden können, die sich ohne Zweifel zu neuen Gliedzellen entwickeln.

Das relative Mengenverhältnifs dieser beiden endogenen Zellenformen und die davon abhängige Lagerung in der Confervengliedzelle bedingen den grofsen Formenkreis dieser Pflanze.

Da die Art der Entwickelung und der Vertheilung der endogenen Zellen von der Ernährung der Pflanze, mithin von der chemischen Beschaffenheit der Flüssigkeit, worin dieselbe wächst, abhängig ist, so wird die Cultur der *Cladophora glomerata* bei einer Revision des systematischen Werthes jener Formen hülfreich sein können.

Die grofse Neigung zur Diffusion der Flüssigkeit, welche die wasserhellen Zellen enthalten, mit einer Lösung von Gerbsäure macht diese Zellen schon in der unverletzten Pflanze stark vergröfsern und an deren Oberfläche sichtbar, nachdem die Pflanze einige Zeit in solcher Lösung gelegen hat. (Es treten durch dies Mittel häufig Zellen in dem Inhalte der Gliedzellen mit grofser Deutlichkeit hervor und platten sich, während sie sich ausdehnen, gegenseitig an einander ab, auch dort, wo vorher keine Spur derselben zu erkennen war und man einen gleichförmigen, unorganisirten Schleim vor sich zu haben glaubte. Besonders deutlich sieht man diese Erscheinung in dem farblosen Schleime, der die Gliedzellen der Mougeotia anfüllt, in dessen Mittellinie die einfache Chlorophyllplatte frei zu schwimmen scheint. Dieser farblose, scheinbar ganz gleichförmige Schleim ist der Inhalt nebeneinander liegender, oft fast cubischer, oft mehr länglicher Zellen, durch deren Ausdehnung in

der Richtung einer Schraube auch die gedrehte Form, welche die Chlorophyllplatte häufig zeigt, hervorgebracht wird.)

Ebenso treten diese Zellen in den neben verwundeten Gliedzellen befindlichen sich vergröfsernden Gliedern schon nach einigem Aufenthalte in reinem Wasser meistens stark hervor und geben dadurch der Oberfläche der Pflanze ein grofszelliges, genetztes Ansehen.

In dem Fig. 39 gezeichneten Falle hatte sich eine dieser endogenen Zellen fast bis zur halben Gröfse der Gliedzelle ausgedehnt, ohne dafs neue Zellen in ihrem Innern entstanden waren.

Die grofse Zartheit der Häute der ineinander geschachtelten Systeme dieser Zellen läfst den Plan ihrer Anordnung und ihre Entwickelungsfolge in der unverletzten Pflanze nicht erkennen, sowie die grofse Hinfälligkeit der aus dem organischen Verbande getrennten es unmöglich macht, mit Sicherheit zu erkennen, dafs in Bezug auf die Gewebezellen die Zweizahl in derselben herrscht, wie es die äufseren Entwickelungserscheinungen wahrscheinlich machen.

Es scheint, wie oben bemerkt, dafs die mit farbloser Flüssigkeit angefüllten Zellen den mittleren Raum der Gliedzelle einnehmen, und dafs diese nach Aufsen in die Chlorophyll enthaltenden übergehen, sich wahrscheinlich in diese umändern. Diese Entwickelungsweise würde nicht für den binären Typus sprechen, wenn man nicht wüfste, dafs die meisten dieser Zellen nur die Function von Secretionszellen ausüben, dafs sie von einer oder wenigen sich zu Gewebezellen ausbildenden überwachsen, d. h. zur Seite gedrängt und aufgelöst werden, indem zuerst ihre eigene Membran, dann die von ihnen umhüllten stickstoffhaltigen und endlich die an Kohlenstoff reichen Secretionsbläschen resorbirt werden.

An einer dickhäutigen Form der Cladophora beobachtete ich wiederholt (Vegetationsorgane der Palmen 1847 pag. 30; oben pag. 101), dafs in etwas erkrankten Zellen eine Anzahl dieser endogenen, dünnwandigen, Chlorophyll enthaltenden Zellen ebenso stark verdickte Häute hatte, wie die Gliedzellen selbst; und an der *Cl. glomerata* findet man nicht selten kleine Zwischenglieder, wie in Fig. 30 *a* gezeichnet, die ich für dickwandig gewordene in die Reihe der Gewebezellen getretene Secretionszellen halte, welche durch die normal sich entwickelnden Vegetationszellen ausnahmsweise nicht resorbirt wurden.

Sehr häufig kommen in erkrankten und absterbenden Gliedzellen der Confervaceen einzelne dieser endogenen Zellen vor die nur noch Amylum enthalten oder gänzlich entleert sind.

V.

Entwickelungsweise des Wurzelendes der Cladophorazelle. Faltenbildung der Haut der benachbarten abgestorbenen Zelle. Gliedzellen der Wurzelzelle. Selbstständiges Wachsthum ihrer Hüllhaut; Falten der assimilirenden Haut der Gliedzellen. Ursache derselben.

Während des oben beschriebenen Abwärtswachsens der Gliedzelle der Cladophora dehnt sich nicht nur deren eigene Zellmembran, so weit sie als Querwand dient, sondern auch die an sie unmittelbar angrenzende Wandung der benachbarten

Zelle nach der Seite der Schnittfläche hin aus. Letztere sieht man in ihre eigene Zellhöhlung zurückgeschoben, während erstere in diese hinein sich ausdehnt (Fig. 31 u. 33).

Sehr bald jedoch läfst sich die zurückgedrängte Wand der zerschnittenen Zelle, die anfangs etwas aufquillt und dicker wird, wie sie im unverletzten Zustande war, an der sich abwärts verlängernden Spitze der benachbarten Zelle nicht mehr erkennen (Fig. 35, 37, 38 u. 39). Nur an der Stelle, wo sie durch das Zurückgedrängtwerden eine Kreisfalte bildete, ist sie länger sichtbar, da sie hier am stärksten, oft selbst schichtig verdickt ist.

Während der ferneren Entwickelung und des Auswachsens der lebensthätigen Nachbarzelle wird diese Haut der in sich selbst zurückgestülpten Zelle, die also jener, der *cuticula* vergleichbar, als äufsere Hülle dient, resorbirt, der Zwischenzellsubstanz und dem Rindengewebe ähnlich, welches vor der Spitze einer Adventivwurzel verflüssigt wird (man vergl. Vegetationsorgane der Palmen pag. 190 Taf. VII. Fig. 8).

Diese Resorption der zurückgefalteten Querwand (Fig. 37, 38, 39 u. 42*a*, *b*) geht von unten nach oben (von der Mitte nach der Peripherie) in der Weise vor sich, dafs jene etwas verdickte Falte in einem gewissen Entwickelungszustande die einzige noch vorhandene Andeutung der beseitigten Querwand ist, indem sie als ein Kreisfaden innerhalb der Hüllhaut die Tochterzelle ringförmig umgiebt und etwas einschnürt (Fig. 42*a*; der nächst frühere Zustand dieser Falte ist in *b* angedeutet).

Es entwickeln sich diese Zustände nicht nur in Folge der künstlichen Behandlung, sie kommen auch sehr häufig an wildwachsenden Pflanzen als Folgen von Verwundungen vor. Diese Ringfalten können, wenn ihre Entstehung nicht erkannt wurde, leicht mit anderen Falten verwechselt werden, welche für beginnende und unterdrückte Scheidewandbildungen gehalten worden sind.

Die übrige cylindrische, abgestorbene von der Hüllhaut bedeckte Wandung der durchschnittenen Gliedzelle zeigt bald eine zarte aber sehr deutliche Längenstreifung (Fig. 31, 33 u. 35).

Nicht selten durchwächst übrigens eine Zelle auf die eben beschriebene Weise zwei oder mehrere benachbarte, wenn diese durch irgend einen widrigen Einflufs in ihrer Lebensthätigkeit gestört wurden und man findet dann, in der bestimmten Entfernung gewöhnlicher Zellenlängen, mehrere solcher Ringfalten an der Oberfläche dieser langen Gliedzellen.

In der Regel, aber nicht immer, geht die Entwickelung der isolirten Gliedzelle in der Weise vor sich (wie Fig. 33, 34 und 35 gezeichnet), dafs die benachbarte absterbende Zellwand regelmäfsig und gleichförmig vor jener, scheinbar durch passive Ausdehnung, hergeschoben wird. Zuweilen scheint die eine Seite oder ein Theil der Querwand mehr Widerstand zu leisten wie der übrige, oder die vegetative Thätigkeit der sich ausdehnenden Zelle ist an einer Seite bedeutender als in der Mittellinie, und dies wird die Ursache des Vorkommens unregelmäfsiger Formen jenes Ringes, wie z. B. solche in Fig. 37 und 39*a* gezeichnet sind.

Auch kommt es vor, dafs die auswachsende Zelle, wenn sie erst kürzlich mit der durchschnittenen sich in den Raum der gemeinschaftlichen Mutterzelle theilte, nicht die ganze Querwandung vor sich hin abwärts drängt: sondern, wie in Fig. 36 und 38 gezeichnet, nur den mittleren, wenig oder nicht verdickten Theil derselben;

anfangs ihn durch ihr Hineinwachsen kuglig ausbaucht und später den ganzen Raum der unteren Zelle mehr oder weniger vollkommen ausfüllt.

In der normal sich entwickelnden Scheidewand beginnt nämlich an ihrem Umkreise die sich als Verdickung äufsernde Volumenzunahme der assimilirenden und wachsenden Zellmembran (Fig. 40 *a*), und schreitet von hier gleichzeitig in dem cylindrischen Theile der Membran, entsprechend dem Wachsthume ihrer Mutterzelle, nach den Enden der beiden Zellen hin — in der Scheidewand selbst, nach dem Mittelpunkte derselben hin vor.

Wird auf eine solche unlängst verholzte Scheidewand bald nach Durchschneidung der Zelle von der benachbarten unverletzten, durch Endosmose stärker gespannten ein gröfserer Druck ausgeübt, so wird die Querwand nicht wie eben beschrieben durchwachsen, sondern sie zerreifst plötzlich, und der Inhalt der benachbarten, bisher unverletzten Zelle wird durch diese Oeffnung hinausgeprefst.

Ein ähnliches Zerreifsen der neuen Scheidewand und Ueberfliefsen des Inhaltes einer Zelle in die benachbarte, nach Einwirkung von endosmotischen Flüssigkeiten, kommt auch an unverletzten Zellen vor, und scheint der Idee einer Scheidewandbildung, durch Hineinwachsen einer Falte des parietalen Theiles der Haut der Mutterzelle bis zu ihrer Mittellinie, bei früheren Beobachtern Vorschub geleistet zu haben.

Zuweilen schiebt auch das herabwachsende untere Ende der oberen Zelle nicht die Mitte sondern eine Seite der Querwand vor sich her, so dafs sich an einer Seite des sich verlängernden Endes eine sehr schmale, an der entgegengesetzten Seite eine viel breitere Ringfalte als Andeutung der früheren Scheidewand findet (Fig. 37 u. 39 *a*).

Oefter beobachtete ich Fälle, wo die abwärts wachsende Zelle nicht in die untere benachbarte, abgestorbene oder durchschnittene Gliedzelle hineingewachsen war, sondern dieselbe an ihrer einen Seite völlig seitwärts geschoben hatte, so dafs beide Zellen der Länge nach wie zwei Keile in entgegengesetzter Richtung nebeneinander lagen.

Zuweilen finden sich zusammenhängende Confervenfäden, an denen irgend eine Gliedzelle erkrankte, abstarb und dann die nächst höhere Zelle in die Höhlung der erkrankten Zelle, bis auf deren, die nächst untere Scheidewand bildenden Grund, wurzelzellenförmig hineinwuchs; dieser herabgewachsene Theil beginnt dann sich zu erweitern, bis er den Raum der erkrankten Zelle gänzlich ausfüllt, und sein unteres Ende mit der benachbarten Zelle eine ganz normal gebildete Scheidewand bildet.

Diese so entstandenen sehr langen Gliedzellen, ebenso wie die aus den verletzten Confervenzellen hervorgewachsenen Wurzelzellen, werden später durch endogene Zellen in Glieder getheilt.

In der Wurzelzelle beobachtet man das erste Auftreten junger Gliedzellen, sowohl in deren äufsersten Spitze zunächst unter der Hüllhaut (Fig. 32) als auch innerhalb der schon vorhandenen Gliedzellen, indem hier anfangs durch das Chlorophyll hindurch eine sich continuirlich vergröfsernde Zelle hindurchschimmert, dann in ihrem mittleren Theile durch Beiseitedrängen des Chlorophylls frei wird und kleine Bläschen, die Anfänge neuer Zellen, in ihrem Innern erkennen läfst. Die vollständige Resorption des Chlorophylls, Amylums etc., welches die Tochterzellen zweiter

Ordnung anfangs trennt, habe ich an ein und derselben Wurzelzelle nicht vollständig verfolgt, dagegen an verschiedenen Individuen alle Uebergangsformen gesehen bis zu solchen Zuständen, in denen sich zwischen den beiden neuen Gliedzellen der Wurzelzelle keine organisirten Körper mehr befinden, sondern nur eine gallertartig erscheinende, unorganisirte Zwischenzellsubstanz, wie es Fig. 32 darstellt.

Die Membran der endogenen Zellen der Wurzelzelle scheint an dem unteren Ende stets stärker verdickt zu sein als an dem oberen, daher dort wo zwei Zellen unmittelbar nebeneinander liegen, der Antheil den die untere Zelle an der Scheidewand hat leicht übersehen wird, besonders da dieser Theil ihrer hier sehr zarten Haut, durch das convexe Ende der benachbarten verdickten Zelle, etwas nach unten zurückgedrückt ist.

In den Spitzen des Stammes und der Aeste findet das entgegengesetzte Verhältnifs statt. Hier erkennt man gleichfalls zuweilen den Inhalt der letzten Gliedzelle schon aus mehreren noch dünnwandigen Zellen zusammengesetzt, wie in Fig. 42*a*, wo der Inhalt deutlich in drei, von zarten Membranen eingeschlossenen Portionen getheilt ist. Die Spitze der untersten Zelle ragt hier etwas in das untere, concave Ende der nächst oberen Zelle hinein; die von diesen jungen Zellen gebildeten, aber sehr schwierig zu erkennenden Scheidewände sind deshalb nicht flach, sondern kegelförmig. Die oberste, in der Spitze des Astes befindliche kleine Zelle ist mit noch kaum grün gefärbten Bläschen angefüllt; ähnliche finden sich in den Spitzen der Wurzelzelle; es wird dadurch die irrthümliche Annahme widerlegt, dafs diese Alge kein Spitzenwachsthum habe. Auch an Vaucheria beobachtete ich Aehnliches (a. a. O. sp. 90 Taf. II. Fig. 2; oben pag. 231 Taf. XVI. Fig. 2).

Das gewöhnlich dünnere (Fig. 42), an der äufsersten Spitze endlich verzweigte und hier anderen, meistens organischen Körpern anhaftende Ende der Wurzelzelle (Fig. 43 und 44) läfst eine sehr bemerkenswerthe Selbstständigkeit in dem Wachsthume ihrer äufsersten Zellmembran erkennen, welche gleich der Cuticula des aufwärts wachsenden Stammtheiles den ganzen Wurzeltheil umschliefst. Es sendet diese Zellmembran unabhängig von der Membran der eingeschlossenen Zelle Aeste aus, welche sich stark, oft selbst schichtig verdicken (Fig. 45); ähnlich wie sich die Cuticula zuweilen an den Spitzen der Aeste der Cladophora, und häufig die Cuticula der phanerogamen Pflanzen oberhalb jeder Epidermalzelle, wie es scheint unabhängig von dem Inhalte der letzteren, knotig verdickt.

Ein gleiches selbständiges Wachsthum wie die Cuticula, die nach Aufsen in Knoten, Falten und Aeste auswächst, zeigen die Membranen der Gliedzellen der *Cl. glomerata*, indem sie nach Innen Ringfalten bilden, die zuweilen grofse Aehnlichkeit mit den oben beschriebenen in Folge von Durchwachsung entstandenen Ringfalten (Fig. 38 u. 39) haben; dennoch durch die Anordnung ihrer parietalen Verlängerungen leicht von jenen gänzlich verschiedenen zu unterscheiden sind.

Die Entstehung dieser Falten (Fig. 40*b*) der Haut der sesundären Zelle wurde sowohl als gleichzeitig mit der beginnenden Verdickung der Membranen der endogenen Gliedzellen, welche sich in der normalen Scheidewand mit einander berühren (Fig. 40*a*), beobachtet, als auch in solchen Zellen, die nicht in Vermehrung begriffen waren.

Nachdem die Verdickung und die damit verbundene chemische Metamorphose

der Zellmembran begonnen hat, ist nur noch ein Dickenwachsthum, keine Verlängerung mehr, an diesen Falten wahrzunehmen. Es ragen dieselben nicht selten so tief in die Zellhöhle hinein, dafs sie fast deren Mittellinie berühren, daher den zusammengeschnürten Inhalt derselben fast vollständig theilen; dennoch bleibt stets die noch vorhandene Verbindung der auf diese Weise gesonderten Zellräume unverändert.

Mit der Verdickung der Membranen zugleich scheint, so lange diese Faltenbildung stattfindet, eine Tendenz zur Ausdehnung diesen Zellen innezuwohnen, bei gleichzeitiger Stabilität des Volumens der Mutterzelle und der Hüllhaut, wodurch die sich ausdehnende Tochterzelle genöthigt ist, als Falte in die Zellhöhle hineinzuwachsen, wie dies auch an den Scheidewänden mancher Spirogyren vorkommt.

Die Ursache der Entstehung dieser Falten der endogenen Zellen scheint demnach entgegengesetzter Natur von derjenigen, welche die Tochterzellen der Wurzelzelle (Fig. 32) von einander entfernt. Die Mutterzelle der Wurzelzelle entwickelt ihre Membran (*cuticula*), welche gleichsam die Function der Wurzelmütze der Gefäfspflanzen übernimmt[1]), überwiegend stärker, als die eingeschlossenen Tochterzellen sich ausdehnen, während bei der in den Stamm- und den Astzellen vorkommenden Faltenbildung vorzugsweise die Häute der Tochterzellen sich vergröfsern, und diese dadurch dann zu den Faltungen veranlafst werden, deren verschiedene Formen auch bei anderen Confervaceen vorkommen.

Die in der Entwickelung dieser Art von Falten begriffene Gliedzelle (Fig. 40*b*) läfst stets einen gewissen Druck auf die benachbarten Zellen erkennen, der darauf hindeutet, dafs sich ihrer Ausdehnung ein Hindernifs entgegenstelle.

Bei der normalen Scheidewandbildung (Fig. 40*a*) ist eine solche Spannung der sich theilenden Zelle nicht vorhanden.

Schon Mohl beobachtete diese Falten, die er sich durch eine Störung des Abschnürungsprozesses des Primordialschlauches bei fortdauernder Membranenbildung entstanden erklärte, und zwar sah Mohl dieselben an solchen Exemplaren der *Cl. glomerata*, die einige Zeit in frischem Wasser aufbewahrt waren. (Vermischte Schriften pag. 369.)

Ich fand gleichfalls diese Falten häufig an cultivirten Exemplaren dieser Pflanze, habe jedoch über die eigentliche Ursache ihrer Entstehung keinen Aufschlufs erhalten. An einer seit einem Jahre in einem sehr kleinen, mit destillirtem Wasser gefüllten Gefäfse wachsenden *Cl. glomerata* kommen sowohl diese Falten als auch, und zwar häufiger, die normale Scheidewandbildung vor. An verschiedenen anderen Partieen jedoch, die ich gleichfalls lange, aber kürzere Zeit als jene und in Flufswasser cultivire, an Pflanzen, die mit Desmidieen stark besetzt sind, kommt die normale Scheidewandbildung selten vor; dennoch vermehren sich die Gliedzellen dieser Pflanzen, sind aber von sehr verschiedener Länge.

Diese Faltenbildung (Fig. 40*b*) kommt hier sehr reichlich und in allen Abstufungen vor, so dafs die Annahme nahe liegt, es seien diese einwärts wachsenden Falten die Anfänge der Scheidewände. Dies ist jedoch nicht der Fall, denn wie schon bemerkt, verändern sich die einmal gebildeten Falten nicht mehr.

[1]) In meiner Abhandlung über die Vegetationsorgane der Palmen 1847 habe ich das Wesen der bis dahin für abgerissene Rindenstückchen gehaltenen Wurzelmütze, sowie die Entwickelung und die Function ihrer Gewebe (pag. 64—77) erörtert und nachgewiesen, dafs dies Organ den Wurzeln aller Gefäfspflanzen eigenthümlich ist (pag. 113 u. 118).

VI.

Scheidewandbildung in den Gliedern der Cladophora durch endogene Zellen. *a*) Neben den Ringfalten durch Aneinanderlegen schon etwas verdickter Zellhäute. *b*) Ohne solche Ringfalten, durch Aneinanderlegen höchst zartwandiger Zellen, deren Häute dann erst zu verdicken beginnen. Scheinbare Einschnürung des Zellinhaltes. Lösungsmittel der in der Verdickung begriffenen Zellhaut; diosmotische Flüssigkeiten. Wirkung dieser Stoffe auf die neuen Gliedzellen.

In manchen Entwickelungsstufen dieser gefalteten Cladophorazellen überzeugt man sich mittelst eines geringen Druckes auf die in der Faltung begriffenen Gliedzellen, z. B. während allmäliger Entziehung des Wassers, sowie während plötzlichen Ersatzes des Entzogenen, dafs der an beiden Seiten der Falte befindliche Inhalt der Gliedzelle mit einander in directem Zusammenhange steht, so dafs er unter diesen Umständen von einer Seite zur anderen überfliefst, was bei der Entstehung einer wirklichen Scheidewand nicht der Fall ist.

Diese Erscheinung beweist, dafs nicht etwa eine wirkliche, vollständige, wenn auch noch zarte Scheidewand auf diese Falte aufgesetzt ist; weist aber auch darauf hin, dafs die Secretionszellen, welche gewöhnlich die Gliedzellen anfüllen (pag. 392), hier wahrscheinlich ihren Entwickelungscyclus schon beendeten und nur noch die letzten, höchst entwickelten Producte desselben in Form kleiner, sich in dem flüssigen Zellsafte frei bewegender Bläschen vorhanden waren, welche zur Ernährung neuer Gliedzellen bestimmt sind.

Beobachtet man solche mit Ringfalten (Fig. 40*b*) versehenen Gliedzellen einige Zeit, so sieht man fortwährend, wenn auch sehr langsam, Aenderungen in der Lage derSecretionsbläschen vor sich gehen. Man bemerkt hie und dort in der Nähe der Ringfalten den scharfen Umrifs einer, wie es scheint, mit farbloser Flüssigkeit gefüllten Zelle unter den Secretionsstoffen, welche die Zelle anfüllen, hervortreten und sich der Mittellinie der Falte immer mehr nähern. Ein ähnlicher Vorgang findet, häufig mehr oder minder gleichzeitig, an der anderen Seite der Falte statt.

Endlich sieht man das vollständige etwas abgerundete Ende der Zelle frei von Chlorophyll neben der Falte; die Haut ist im Vergleich mit anderen jungen Zellen dick aber von gallertartigem Ansehen, während die daneben liegende dicke Faltenhaut fast einer verholzten Membran ähnlich ist.

Die beiden endogenen Zellen rücken endlich in der Mittellinie der Falte so eng an einander, dafs sie sich zu einer Querscheidewand an einander abplatten, welche für denjenigen der ihre Entwickelung nicht verfolgte, in ihrem Umkreise durch die Ringfalte auseinander getrieben scheint.

In anderen Fällen entsteht nur an einer Seite der Falte eine Zelle und verlängert sich über jene hinweg bis zur nächsten Scheidewand.

Die Faltenhaut scheint während der ferneren Existenz der endogenen Zellen resorbirt zu werden, denn man findet sie dort, wo diese schon dicke Häute habe, dünnwandiger als dort, wo dieselben neu entstanden sind.

Diese Art der Scheidewandbildung durch ziemlich dickwandige in ihrem langsamen Wachthume deutlich zu beobachtende endogene Zellen ist jedoch bei der *Cl. glomerata* der seltenere Vorgang. Ganz in der Regel wird man an dieser Pflanze

erst durch die beginnende Verdickung auf eine schon vorhandene, völlig ausgebildete aber sehr zarte Scheidewand aufmerksam, weil bis dahin dieselbe wegen der grofsen Menge von Absonderungsstoffen, welche sie bedecken, nicht erkannt werden kann.

Bei der Erörterung des Baues der Vaucheria zeigte ich, dafs diese sogenannte einzellige Pflanze aus einem zusammengesetzten Systeme endogener Zellen bestehe, deren innersten sich, bei gleichzeitiger Resorption der Mutterzellen mit ihrem Inhalt entwickeln und organisirte Absonderungsstoffe umschliefsen, dafs sich jedoch die Häute aller dieser Gliedzellen nicht verdicken, daher leicht übersehen werden können.

Bei der *C. glomerata*, deren endogene Zellen wir eben betrachteten, tritt nun eine Verdickung der ursprünglich sehr zarten Zellhäute bestimmter endogener Zellen regelmäfsig ein, aber erst dann, wenn dieselben ihre normale Gröfse erreicht haben und ihre sich berührenden, eine Querwand bildenden Wände, sich an einander abplatten, während gleichzeitig die in ihrer Nähe befindlichen Absonderungszellen resorbirt werden.

Die eben (oben pag. 396) besprochenen seltener vorkommenden Entwickelungszustände scheinen mir auch den normalen Vorgang hinreichend zu erläutern, dessen eigentlicher Zusammenhang an den mit Chlorophyll und anderen Absonderungsstoffen vollständig angefüllten Gliedzellen schwierig zu verfolgen ist.

In Fig. 46 ist eine der an Chlorophyll armen, mit den grofsen farblosen Zellen angefüllten Cladophora-Gliedzellen gezeichnet — wie sich dieselben bei der Cultur in reinem destillirtem Wasser bilden, besonders nach der Durchschneidung in kurze Stücke — nachdem eine sehr verdünnte Glycerinlösung kurze Zeit auf dieselbe gewirkt hatte, um die endogenen Zellen von der Haut der Mutterzelle zu entfernen. Die Häute dieser schon durch eine zarte Scheidewand getrennten Zellen waren nicht bemerkbar verdickt, durch die Wirkung der Exosmose wurden sie contrahirt und auch in der Scheidewand (x) von einander getrennt, ohne eine Verdickungsschicht zwischen sich zu lassen, wie dies auch beim Oedogonium beobachtet und pag. 380 beschrieben worden ist, im Allgemeinen aber sehr selten vorzukommen scheint.

Hierdurch überzeugt man sich gleichfalls von dem wirklichen Vorhandensein freier Zellen, und zwar von der Entstehung einer Scheidewand durch das Aneinanderlegen ihrer Häute schon vor einer bemerkbaren Verdickung derselben, auch ohne eine Andeutung von Faltenbildung der Mutterzelle. Nägeli[1]) bemerkte dies schon,

[1]) Nägeli Pflanzenphysiolog. Untersuch. 1855 pag. 18. — Ebenda pag. 16 erklärt Nägeli den Procefs der Zellentheilung folgendermafsen: „An einer ringförmigen Stelle scheidet der Schlauch" (d. h. Primordialschlauch, den Nägeli bekanntlich für die erhärtete glatte Oberfläche der körnig-schleimigen Auskleidungssubstanz der Zelle hält a. a. O. pag. 14) „Cellulose aus. Indem diese Ausscheidung in der nämlichen Art fortdauert, bildet sich eine ringförmige Platte, welche immer tiefer hineinragt und zuletzt nur noch eine durchbrochene Scheibe ist. Der Schlauch wird vermöge seiner Dehnbarkeit immer mehr eingefaltet und zerfällt zuletzt in zwei Hälften, von denen jede ein vollständiger Schlauch ist. Dieser Vorgang erlaubt eine ganz mechanische Vorstellung: wenn die Einschnürung bis auf das Centrum fortgeschritten ist, so verwandelt sich der Canal des Schlauches zuerst durch Zusammenfliefsen in einen soliden Strang. Derselbe verschmälert sich durch das Wachsthum der Cellulosescheibe noch fortwährend, bis er entzwei reifst. Ganz auf gleiche Weise zerfallen die Schläuche von langgestreckten Zellen bei Einwirkung von Zuckerlösung in zwei oder mehrere geschlossene Schläuche. Nur ist es hier nicht der Druck einer Cellulosewand, sondern einer Flüssigkeit, welche die Theilung vollbringt."

glaubte aber, dafs dennoch hineingewachsene Wände vorhanden seien, die wegen ihrer Schmächtigkeit, oder wegen ihres grofsen Wassergehaltes, unsichtbar sein mögten.

Eine der beiden in Fig. 46 gezeichneten zartwandigen Tochterzellen ist bei *q* schon wieder durch eine erkennbare Scheidewand getheilt, die ganz ähnlich ist der in ihrem Entstehen beobachteten und pag. 12 beschriebenen Fig. 21 — 29 gezeichneten Querwand des Oedogoniums. Diese zarte Scheidewand würde, wenn die innere Wandung ihrer Mutterzelle, wie gewöhnlich mit Secretionszellen bedeckt gewesen wäre, vor der Resorption derselben und ihrer später erfolgenden Verdickung nicht zu erkennen gewesen sein. In diesem Falle machte es das weniger nahe Beisammenliegen der Absonderungsstoffe dieser, in Folge der Verletzung benachbarter Zellen, rasch ausgedehnten jungen Gliedzelle möglich.

Die beim Durchschneiden einer Gliedzelle der *C. glomerata* hervortretenden Zellen machen es gleichfalls schon höchst wahrscheinlich, dafs diese Scheidewände auf gleiche Weise wie es bei den eben beschriebenen Ringfalten und beim Oedogonium zu beobachten ist, durch das Aneinanderlegen endogener Zellen entstehen und dafs die Scheidewand, welche durch die dichte Chlorophyllmasse von der Peripherie nach der Mittellinie der Gliedzelle hin, nach und nach sichtbar wird, nicht dann erst entsteht, sondern dafs das Sichtbarwerden derselben nur das Verdicktwerden der zu der Scheidewand aneinander abgeplatteten Zellhäute andeutet, wie auch dies beim Oedogonium vollständig beobachtet wurde.

An dem Oedogonium erkennt man mit grofser Deutlichkeit, dafs die Resorption der Absonderungsstoffe, welche die in Vermehrung begriffene Zelle enthält, erst nach der Vergröfserung der endogenen Tochterzellen und nach der dadurch erfolgten Scheidewandbildung vor sich geht.

Hier bei der *C. glomerata* ist bei der regelmäfsigen Scheidewandbildung (Fig. 40 *a*) die gröfste Menge der Absonderungsstoffe, welche sich aufserhalb der beiden sich vergröfsernden neuen Gliedzellen befinden, dann schon mehr oder minder vollständig resorbirt, wenn diese endogenen Zellen so weit herangewachsen sind, dafs sie die neue Scheidewand durch ihre Berührung bilden; und zwar sind es die Stickstoffverbindungen, welche zuerst verflüssigt werden.

Der Resorption der in der Mutterzelle enthaltenen Absonderungsstoffe entspricht eine Neubildung derselben im Innern der jungen Gliedzellen; daher bei dem Oedogonium diese Neubildung erst nach Vollendung der Scheidewand, bei der Cladophora dagegen gleichzeitig (pag. 399) oder schon vor derselben stattfindet.

Läfst man auf eine *C. glomerata* einige Zeit Schwefelsäure oder Lösungen von Chlorzink oder Chlorcalcium einwirken, so tritt nach Hinzufügung von Jodlösung zwischen den primären und secundären Zellen eine trübe, schleimige, violett gefärbte Schicht wie fein vertheiltes Jodamylum hervor, an die beim Oedogonium zuweilen schon durch unmittelbaren Zusatz von Jodlösung wahrzunehmende Schicht (pag. 379) am gleichen Orte erinnernd. Ob dieser Stoff der Rest von Absonderungsstoffen ist wie beim Oedogonium, oder ob anderen bei Spirogyra zu erörternden Verhältnissen analog, dies wird durch fortgesetzte Versuche entschieden werden müssen.

Schon die Untersuchung der Vaucheria hatte mir bewiesen, dafs die zum Ast

sich entwickelnde Zelle schon innerhalb der Stammzelle vorgebildet sei, und nur über die Oberfläche derselben gleichzeitig mit der zu einem Aste auswachsenden Hüllhaut hervortrete. Dasselbe beobachtet man in gewissen Entwickelungszuständen auch an der *C. glomerata.* Die durch Vergröfserung zweier endogener Zellen entstehende Scheidewand wird nicht vollendet und es verdickt sich dieselbe nicht, bevor nicht die eine der beiden Zellen, mehr oder minder vollständig aus dem cylindrischen Raume der Mutterzelle hinaus in Form eines Astes hervorgewachsen ist; man könnte glauben hinausgedrängt durch die sich gleichzeitig vorwiegend vergröfsernde Schwesterzelle. Nicht immer jedoch wird dieser regelmäfsige Gang der Astbildung vollständig ausgeführt; häufig bleibt das untere Ende der Astzelle innerhalb der Mutterzelle und bildet mit der Schwesterzelle eine in schiefer oder horizontaler Lage sich verdickende Scheidewand.

Die äufserlich sichtbaren Erscheinungen, welche die Vorgänge der normalen Scheidewandbildung der *C. glomerata* begleiten, können wohl verleiten die Erklärung, welche Mohl über dieselben gegeben, für naturgemäfs zu halten.

Hat man sich jedoch überzeugt, dafs in den Gliedzellen der *C. glomerata* unter der oberflächlichen Schicht von Absonderungszellen meistens ein vollständiges Gewebe endogener Zellensysteme verborgen ist, — welches Gewebe freilich nicht wie das Zellgewebe der höher organisirten Pflanzen durch Zwischenzellsubstanz, wenigstens nicht durch eine im Wasser unlösliche Zwischenzellsubstanz zusammenhängt, nicht aus dauernden Gewebezellen, sondern fast nur aus vergänglichen Secretionszellen besteht; — hat man aus dem durchschnittenen Confervengliede grofse mit Zellen angefüllte Mutterzellen, fast von der Gröfse einer halben Gliedzelle hervorquellen sehen, hat man sich ferner überzeugt, dafs die durch das Aneinanderlegen dieser endogenen Zelle entstehende horizontale, flache Scheidewand schon in der noch nicht verdickten secundären Zelle fertig gebildet vorkommt (Fig. 46*q*), und hat man diese Scheidewand durch endosmotische Flüssigkeiten, in gewissen Fällen, trennen und als aus Theilen zweier benachbarter Zellen zusammengesetzt erkennen können (Fig. 46*x*); hat man ferner auch in der *C. glomerata* ausnahmsweise normal gebildete Scheidewände durch das Aneinanderlegen zweier ursprünglich getrennter (pag. 396 Fig. 32) selbst zu verschiedenen Generationen gehörende Zellen entstehen sehen (pag. 396): so wird man sich aufgefordert fühlen, auch den normalen Prozefs der Scheidewandbildung dieser Pflanze noch einmal einer Prüfung zu unterwerfen, um zu versuchen, denselben auf das allgemein gültige Gesetz der Zellenbildung zurückzuführen.

Die Fig. 40 stellt bei *a* die zuerst von Dumortier, Nov. Act. Leop. 1832 pag. 226, gründlich beschriebene Erscheinung dar, die von ihm und seinen Nachfolgern als Faltung der Wandungen der dadurch sich vermehrenden Gliedzellen der *C. glomerata* betrachtet, und als der Typus der „Zellenbildung durch Theilung“ angesehen wird.

Mohl (Vermischte Schriften 1845 pag. 623. Veget. Zell. 1851 pag. 212. Bot. Zeit. 1855 Sp. 689) nahm an, dafs die innere Oberfläche der secundären Zelle (Primordialschlauch) mit körnig-schleimigem Protoplasma (die Chlorophyllschicht) belegt sei, welches zurückweiche, während gleichzeitig oder fast gleichzeitig jene aus dem

Primordialschlauch und der jüngsten Verdickungschicht bestehende Wandfalte in die Höhlung der Zelle hineinwachse, und sich in deren Mittellinie vereinige.

Zwischen der secundären Zelle und der Chlorophyllschicht sammelt sich während dieses Vorganges eine farblose schleimige Flüssigkeit an, die Dippel (Veget. Zellenbildung 1858 pag. 32) für Plasma hält, welches an dieser Stelle durch lebhafte Neubildung entstehe, und indem es sich anhäuft, den grünen Inhalt nach Innen dränge. Nicht selten sieht man im Anfang des Auftretens dieses Plasmas keine Spur der Scheidewand, die etwas später, von der Peripherie beginnend, zur Erscheinung kommt, gleichsam herauskrystallisirt, wie es beschrieben wird. Dafs aber dennoch hier schon, in dem schleimigen Plasma verborgen, die zarten Häute der Tochterzellen vorhanden sein können, davon überführt die oben (pag. 393) mitgetheilte Wirkung der Tanninlösung auf den schleimigen Inhalt der Mougeotienzellen.

Gleichzeitig mit dem ersten Sichtbarwerden der Querscheidewand, zuweilen vorher, findet ein Zurückweichen der Chlorophyllmasse nach der Mittellinie der Zelle hin statt; es scheint als werde ringsum der grüne Inhalt durch das farblose Plasma und durch die schmale Platte jederseits weithin von den benachbarten Wandungen der Gliedzelle abgelöst und nach deren Mittellinie zurückgedrängt; nicht durchschnitten, sondern fürs erste eingeschnürt (Fig. 40).

Aber nur scheinbar findet hier eine Einschnürung, ein Zurückdrängen der Chlorophyllmasse statt, denn eine genauere Prüfung dieses Zustandes zeigt, dafs die Bläschen, welche die Chlorophyllschicht bilden, nicht wirklich zurückweichen, sondern an dem Orte wo sie sich befinden farblos werden, während die benachbarte Scheidewand schärfer hervortritt. Zuweilen verweilt in der farblos gewordenen Masse eins der grünen Bläschen etwas länger und man beobachtet dann deutlich, wie es nach und nach farblos wird.

Die Lagerung der länglichen Amylum- und Chlorophyllbläschen in der sogenannten Einschnürung Fig. 40*a* ist oft täuschend ähnlich derjenigen, die diese Bläschen an der Wandung eines continuirlichen an dieser Stelle eingeschnürten Rohres einnehmen würden, besonders in den letzten Stadien der Verdickung der Scheidewand, wo sie sich rechtwinklig auf dieselbe stellen, doch sieht man zugleich, besonders in weiten Zellen, dafs auch hier im Centrum derselben sich eine nach der in Veränderung begriffenen Scheidewand hin verlängernde lichtere Höhlung befindet, ein cylindrischer Körper, eine Zelle, die auf die Lagerung des Chlorophylls während der Resorption ihren Einflufs ausübt.

Uebrigens ist diese Lagerung der Secretionsbläschen sehr grofsen Variationen unterworfen; sehr häufig sieht man sie, wie eben beschrieben und Fig. 40*a* gezeichnet; oft erkennt man schon in diesem Stadium kein Chlorophyllbläschen aufserhalb der endogenen, in Vergröfserung begriffenen Zelle. Aber auch fast ebenso häufig finden sich die Secretionsbläschen noch deutlich in Menge aufserhalb der in ihrer Entwickelung zurückgebliebenen centralen Zelle, und nicht selten so zerstreut und unregelmäfsig gelagert mit den schon entfärbten und aufgequollenen Bläschen sich mischend, dafs man sich auf den ersten Blick davon überzeugt, dafs sie nicht von einer besonderen Haut eingeschlossen sind.

Es scheint als dienen die in der Resorption begriffenen Absonderungsstoffe

der Chlorophyllschicht einerseits zur Verdickung, andererseits zur Vergröſserung der benachbarten Zellwände (pag. 401).

Die Natur der im Innern wahrscheinlich vorhandenen und gleichzeitig mit der verdickenden Scheidewand sich vergröſsernden Zelle ist nicht erkannt worden.

Zustände wie die Fig. 46*q* gezeichneten machen es wahrscheinlich, daſs sich schon jetzt das nächst jüngere Paar von Gliedzellen entfaltet und sich in den Raum der zur Erscheinung kommenden Gliedzelle theilt, von deren Wandungen sie nur noch durch eine geringe Menge von Chlorophyll- und Amylumbläschen getrennt sind, welche dann nach und nach verflüssigt werden.

In der nicht verdickten Scheidewand selbst kann man mit den bis jetzt angewendeten Hülfsmitteln, auch falls sie einmal wie in dem Fig. 46*q* gezeichneten Falle in diesem Zustande sichtbar ist, nur höchst selten die zwei Zellhäute nachweisen, aus denen sie entstand (Fig. 46*x*). Noch weniger konnte durch die Beobachtung entschieden werden, ob die Haut jeder dieser Zellen schon in diesem Entwickelungszustande zwei in einander geschachtelten Zellen angehört.

Diejenigen Scheidewände dagegen, in denen die Verdickung begonnen hat, lassen sich, so weit diese vorgeschritten ist, durch endosmotische Flüssigkeiten, sowie durch Lösungsmittel der kürzlich verdickten Membran, in die verschiedenen Zellhäute zerlegen, aus denen sie zusammengesetzt sind.

Vorübergehende endosmotische Erscheinungen werden an vielen Confervenzellen selbst schon durch die Einwirkung verschiedener Arten von gewöhnlichen natürlichen Wässern, von Brunnen-, Fluſs- und Regenwasser hervorgebracht; ebenso zuweilen schon durch reines destillirtes Wasser an Pflanzen, die bisher in anderem Wasser wuchsen. Heftiger wirken kohlensaures und andere Mineralwässer.

Die Wirkung von concentrirtem kohlensaurem Wasser auf manche Confervaceen, z. B. auf Spirogyra, ist eine mehrfache, da auſser der Diosmose auch eine Veränderung in der Constitution der Zellhäute erfolgt, indem es an dieser Pflanze ein Aufquellen der jungen und ein Verholzen der älteren Zellmembranen veranlaſst.

Die kräftiger wirkenden endosmotischen Flüssigkeiten, die Lösungen von Salzen, Säuren, Zucker, Alkohol u. s. w., welche die verschiedenen nebeneinander liegenden Häute der ineinander geschachtelten Zellen von einander trennen, haben neben der endosmotischen auch eine exosmotische Wirkung.

Daher trennen sich die Membranen der secundären Zellen in Folge der Einwirkung dieser Mittel von den primären Zellen, denen sie bisher eng anlagen und werden contrahirt; und zwar lösen sie sich ringsum von der äuſseren Membran los, nur dort trennen sich die Häute der beiden Zellen nicht vollständig von einander, wo eine Wandung erst in der chemischen Veränderung begriffen, diese jedoch noch nicht beendet ist. In diesem Falle bleiben die Membranen dort an einander haften, wo die Verdickung der sich berührenden primären Zellwände noch nicht stattgefunden hat. In den Querwänden, in denen die Verholzung von dem Umkreise nach dem Mittelpunkte hin vorschreitet, demnach in dem mittleren Theile. Die jungen Gliedzellen bleiben hier dann eng an einander kleben, anscheinend eingeklemmt in die mittlere Oeffnung der hier durchbrochenen scheibenförmigen Querwand; wie es Fig. 67 von einer Spirogyra gezeichnet wurde.

Diese Erscheinung diente vorzüglich dazu, die Ansicht zu unterstützen, daſs

die beiden benachbarten Tochterzellen nur eine einzige Zelle seien, die erst durch den verdickten Theil der Scheidewand durchschnitten werde.

An dem Oedogonium kann man sich durch directe Beobachtung davon überzeugen, dafs ungeachtet dieses Verhaltens gegen Reagentien, welches auch hier als Argument für die Abschnürungstheorie benutzt wurde (pag. 377) eine vollständige, wenn auch noch äufsterst zarte Scheidewand vorhanden ist.

Noch gröfser wird die Täuschung, wenn in diesem Zustande (Fig. 67) ein einseitig wirkender Druck auf die junge Scheidewand ausgeübt wird — sei es durch einseitige Einwirkung endosmotischer Flüssigkeiten oder durch Veränderung der Spannung vermittelst Durchschneidung einer von der Scheidewand nicht sehr entfernten Zelle — und darauf Reagentien angewendet werden, welche die in Veränderung ihrer chemischen Constitution begriffene Zellhaut auflöst.

Dafs viele neugebildete oder in der Entwickelung begriffene Zellmembranen schon in Wasser und leichter noch in Essigsäure löslich sind, deutete ich schon in meiner oben erwähnten Abhandlung über *Conferva fontinalis* L. an. Die in Verdickung begriffene Zellmembran, welche die Mittelschicht der Scheidewand einnimmt, wird aufser durch Essigsäure auch durch Ammoniak und Jod gelöst.

Das Ammoniak wirkt von den genannten Lösungsmitteln der neu verdickten Zellhaut, wie es scheint, am schwächsten; vielleicht tritt auch deshalb diese Wirkung nicht so hervor, weil es sich zu dem Inhalte der secundären Tochterzellen nicht exosmotisch, sondern endosmotisch verhält. Man erkennt indessen nach der Einwirkung des Ammoniaks auf die in der Verholzung begriffene, scheinbar noch einfache Scheidewand deutlich die Grenze der beiden diese bildenden Tochterzellen, d. h. man erkennt, dafs sie aus zwei Lamellen besteht. Jod wirkt, wenn es in concentrirter Lösung angewendet wird, kräftiger lösend auf die kürzlich verdickte primäre Zellhaut und, wenn verdünnt, zugleich exosmotisch auf den Inhalt der secundären Zelle.

Läfst man auf halb verholzte Scheidewände, deren verschiedene sie zusammensetzende Zellhäute durch diosmotische Flüssigkeiten möglichst von einander getrennt wurden, diese Lösungsmittel einige Zeit einwirken, so sieht man die neu verholzte, freigelegte Scheidewand von der centralen Seite corrodirt und endlich mehr oder minder gelöst werden, während die beiden contrahirten und aneinander klebenden Tochterzellen frei in der Höhle ihrer Mutterzelle schwimmen. Zustände wie sie Fig. 67 von einer mit Glycerin- und darauf mit Jodlösung behandelten Spirogyra darstellt, dürfen deshalb nur mit Vorsicht zur Beurtheilung der Art und Weise des Entstehens der Scheidewände benutzt werden.

Selten ereignete es sich bei diesem Versuche, dafs, wie in dieser Fig. 67 gezeichnet, die eine junge Gliedzelle, welche an einem Ende mit der benachbarten, von ihrer Mutterzelle gleichfalls ringsum abgetrennten Schwesterzelle in der Mittellinie noch etwas zusammenhängt, sich auch von dem gegenüberliegenden Ende ihrer Mutterzelle nicht trennt, wodurch eine Spannung der jungen Zelle ihrem Längendurchmesser entsprechend ausgeführt wird, die sich auf die gegenüberliegenden Querwände überträgt und sich vorzüglich auf die zarte, im Verholzen begriffene junge Wand äufsert. Diese wird dadurch in den Raum der gespannten Zelle etwas hineingezogen, bis sie an ihrer Verbindungsstelle mit derselben ringsum einreifst, worauf

sie dann wieder ihre flache Form annimmt und die zweite Tochterzelle durch die so entstandene kreisförmige centrale Oeffnung der jungen Scheidewand hindurch in die benachbarte Zellhöhle hineingezogen wird.

Zuweilen ist der verholzte Theil der Scheidewand so zart, dafs er nach der Einwirkung von Glycerinlösung nur als ein sehr zarter Ringfaden an der inneren Oberfläche der Mutterzelle sichtbar ist und man glauben könnte, die beiden zusammenhängenden contrahirten sesundären Tochterzellen schwämmen frei in der Mittellinie ihrer Mutterzelle. Nach Hinzufügung einer verdünnten wässrigen Jodlösung, welche begierig von dem flüssigen Inhalte der primären Zellen aufgenommen wird, erkennt man an den dadurch hervorgebrachten Bewegungen der zusammenhängenden contrahirten Tochterzellen, dafs sie nicht frei schwimmen, sondern in der Mittellinie durch die bis dahin fadenförmig erscheinende Querwand befestigt sind, welche in der, jetzt durch die Jodlösung etwas getrübten Zellflüssigkeit, als höchst dünne helle Platte erscheint, und geringe Ortsveränderungen zeigt, die mit den Bewegungen der Tochterzellen correspondiren.

Die eingeschnürt erscheinende Verbindungsstelle der beiden zusammenklebenden Tochterzellen ist nicht selten farblos, dennoch ist es nicht möglich mit Sicherheit zu entscheiden, ob wie es bei Veränderung der Focaldistanz scheint, und wie es meiner Ansicht über die Entstehung der Scheidewand entspräche, die ringsum abgerissene verdickte Scheidewand sich als zarte (wenngleich vierfache oder jedenfalls wenigstens doppelte) Haut durch dies Verbindungsstück hindurch fortsetzt oder ob eine Flüssigkeit die Trennungsschicht der in den beiden Tochterzellen enthaltenen gefärbten Absonderungsstoffe ist.

In den meisten Fällen ist auch dies Verbindungsglied durch den gefärbten Inhalt verdeckt, welcher durch die contrahirten Membranen der secundären Zellen in die Mittellinie geprefst wird; in diesem Falle stellt sich die Narbe der ringsum abgerissenen Querwand noch täuschender als Einschnitt dieser Platte in die Chlorophyllmasse dar.

Ganz verschieden fallen die Erscheinungen an Zellen, deren neue Scheidewand im Verholzen begriffen ist, dann aus, wenn etwas stärker diosmotisch wirkende Reagentien mit ihnen in Berührung kommen. In diesem Falle wird häufig eine der beiden jungen Gliedzellen stärker contrahirt wie die benachbarte; die zwischen beiden befindliche zarte Scheidewand, die gewöhnlich im jüngsten nicht verdickten Zustande in die obere Zelle mit convexer Fläche hineinragt (Fig. 42 *a*), dehnt sich in diesem Falle noch stärker; die ihr benachbarten Secretionsbläschen rücken gleichfalls langsam in die weniger gespannte Zelle hinein, bis endlich die Scheidewand dem stets zunehmenden Drucke nicht zu widerstehen vermag, vielmehr zerreifst und nun plötzlich die Chlorophyll- und Amylumbläschen aus ihrer Zellhöhle meistens ruckweise in die benachbarte sich hineindrängen. Diese Erscheinungen beobachtet man auch bequem in der Nähe durchschnittener Gliedzellen (pag. 396).

Auch diese Bewegung der Chlorophyll- und Amylumbläschen von der einen Seite der Scheidewandebene nach der anderen, in der sich ausdehnenden Zelle, welche besonders nach dem Platzen der Scheidewand längere Zeit beobachtet wird, kann denjenigen, der auf die bedeutende Dehnbarkeit der nicht verdickten Zellwand nicht vorbereitet ist und der das etwa endlich stattgehabte Bersten der jungen Querscheide-

wand nicht wahrgenommen hat, irreleiten zu glauben, es bestehe keine Scheidewand zwischen den beiden eng aneinander liegenden contrahirten Tochterzellen.

Hat man indessen die, nach einiger Dauer der Spannung, plötzlich stärker eintretende und dann wieder verlangsamende Bewegung der Chlorophyllbläschen etc. gesehen, die bei unveränderter Wirkung der Diosmose kaum einen anderen Grund haben kann, als eine plötzliche Beseitigung eines bis dahin vorhandenen Hindernisses, so hat man dadurch einen neuen Beweis von dem Vorhandensein einer an dem bezeichneten Orte von den Secretionsbläschen verdeckten Scheidewand.

Läſst man auf eine in der Verdickung begriffene Scheidewand (Fig. 40*a*) die oben genannten Lösungsmittel einer in der chemischen Metamorphose behufs der Verholzung begriffenen Zellmembran wirken und veranlaſst darauf eine stärkere Contraction der einen von beiden benachbarten, aneinander klebenden Tochterzellen mit Hülfe exosmotischer Flüssigkeiten, so zerreiſst der centrale, noch nicht verdickte Theil der Scheidewand, während die peripherischen Wandungen der beiden aneinander haftenden Schwesterzellen im Zusammenhange bleiben, wie dies schon von Mohl beobachtet (Verm. Schriften XIII 8, 9) aber anders gedeutet wurde.

Uebrigens sind die chemischen und physikalischen Wirkungen der genannten und häufig in Anwendung gebrachten Reagentien auf die Pflanzensubstanz noch lange nicht gründlich genug studirt, um allein aus den Veränderungen, welche sie auf das Pflanzengewebe hervorbringen, mit einiger Sicherheit auf dessen Bau schlieſsen zu können. Und besonders deshalb ist die Kenntniſs der Wirkungsweise dieser Reagentien auf die Häute der assimilirenden Zelle noch sehr unvollständig, weil in jedem neuen Entwickelungsstadium der in steter Veränderung begriffenen Zelle diese Wirkung eine andere ist.

Die genaue Kenntniſs der anatomischen Veränderungen, welche die sich entwickelnde Zelle durchläuft, muſs durchaus jenem Studium vorher oder wenigstens mit demselben Hand in Hand gehen; dessen Ergebnisse sind daher jetzt noch für die Erkennung anatomischer Verhältnisse von untergeordnetem Werthe.

Das für die richtige Erkennung der eigentlichen Natur der Scheidewand so störende Aneinanderhaften der Zellenhäute, welche in derselben neben einander liegen (pag. 380), zeigt sich in gewissen Verhältnissen noch unerklärlicher an völlig entwickelten Zellen. An letzteren trennt sich gewöhnlich mit groſser Leichtigkeit in Folge der Einwirkung diosmotischer Flüssigkeiten die noch zarte Tochterzelle von ihrer Mutterzelle. Läſst man jedoch eine *C. glomerata* einige Zeit in einer verdünnten wässerigen Tannin- oder Ammoniaklösung liegen und bringt dann eine wässerige Jodlösung mit derselhen in Berührung, so lösen sich nicht nur die Häute der secundären Zellen von denen der primären, sondern auch diese wieder zum Theil von ihren Mutterzellen, und die Hüllhaut von den eingeschlossenen Gliedzellen, auch über die äuſserste Spitze, im Zusammenhange (Fig. 41). Ueberdies zeigen alle verdickten Häute sehr deutlich die an der lebenden Pflanze nicht oder sehr unvollkommen wahrnehmbaren Verdickungsschichten; vorzüglich nach der Durchdringung mit einer Lösung arabischen Gummis. Die zarten Häute der secundären Zellen lösen sich jedoch nicht an beiden Enden, wie bei anderen Reagentien, von der primären Zelle, sondern bleiben derselben hier, wie Fig. 47 darstellt, anhaften und da sie exosmotisch contrahirt werden, so ziehen sie die locker in ihrer Mutterzelle liegende primäre

Haut an beiden Enden nach sich, wodurch sich dann die Flächen, welche die Scheidewand bildeten, im Grunde der zurückgezogenen Schlauchenden befinden.

Es zeigt demnach auch dies Verhältnifs, dafs wir deshalb weil wir die beiden Zellen, welche eine neue Scheidewand bilden, in der Regel nicht in derselben vor ihrer Verdickung nachweisen können, keine Ursache haben, das Vorhandensein dieser, durch andere Verhältnisse daselbst mit Recht vermutheten Zellhäute zu bezweifeln.

Auch weist dieses stärkere Aneinanderhaften der beiden Zellhäute an ihren Enden auf eine ungleichartige chemische Constitution derselben in ihren verschiedenen Regionen hin, was ja auch bei einigen Zellenarten der zusammengesetzten Gewebe höher organisirter Pflanzen stattfindet.

Aus allen den eben erörterten Thatsachen geht unzweifelhaft hervor, dafs die Falten der Gliedzellen der *C. glomerata*, so weit sie mit Sicherheit als solche zu erkennen sind, nicht die Bestimmung haben, eine Vermehrung der Zellen durch Theilung zu bewirken, überhaupt keinen nachweisbaren directen Einflufs auf die Zellenvermehrung ausüben.

Dagegen ist es bei der Cladophora gleichfalls in gewissen Fällen mit Sicherheit erkannt, dafs die Scheidewände durch das Wachsthum und das Aneinanderlegen der Häute ursprünglich freier endogener Zellen entstehen, und aus diesem Grunde ist es wohl nicht ungerechtfertigt, auch den wegen eigenthümlicher Complicationen in der Regel nicht mit derselben Schärfe zu erkennenden Vorgang der normalen Scheidewandbildung dieser Pflanze, nach Analogie der übrigen zu erklären.

VII.

Entwickelung des Pollens. Geschichtliches. Entstehung des Pollens der *Althaea rosea*; aus endogenen freien Zellen zwischen welche die verdickte Haut der Mutterzelle etwas hineinwächst und darauf auch die aneinander liegenden Häute der primären Pollenzelle von der Peripherie nach dem Centrum und zugleich von dem Centrum nach der Peripherie sich verdicken. Entwickelung der Stacheln auf der Oberfläche des Pollens.

Kaum giebt es ein vegetabilisches Gewebe, dessen Entwickelung vielfältiger untersucht worden ist, als der Blumenstaub.

Ad. Brongiart (Annales des scienc. nat. 1827. Generation et Develop. de l'Embryon 1827) bemerkte zuerst, dafs in einer Reihe von Zellen in den Staubbeuteln der Cobaea die Pollenzellen zu je vieren entständen.

Mirbel (Recherches sur la Marchantia 1833) verfolgte die Entwickelung des Pollens von Cucurbita mehr in's Einzelne. Er fand, dafs der körnige Inhalt der Pollenmutterzelle durch Leisten der Zellwandung, welche bis zum Mittelpunkte der Zelle hineinwachsen, in vier Portionen getheilt werde, und dafs die Oberfläche jedes dieser Portionen dann zu einer anfangs glatten Haut erhärte, innerhalb welcher sich darauf eine zweite Membran bilde.

Die in ihrem Bau sehr ähnlichen Sporen wurden in demselben Jahre von Mohl in ihrer Entwickelung untersucht. Die erste Andeutung der Sporen von Riccia und Anthoceros sah Mohl (Entw. und Bau der Sporen der krypt. Gew. Flora 1838) unter der Form von vier kleinen Anhäufungen von Körnchen, deren jede sich

mit einer zarten Haut umkleidet. Diese vier in jeder Zelle enthaltenen Massen erhalten durch gegenseitigen Druck eine dreiseitige stumpf pyramidale Form, während die vierte, an der Zellwandung anliegende Seite nach dieser eine convexe Biegung annimmt. —

Nachdem später Nägeli (Zur Entwickelungsgeschichte des Pollens 1842) die Schleiden'sche Lehre über Zellenbildung an der Entwickelung der Pollenzelle geprüft und erweitert, Unger (Ueber merismatische Zellenbildung bei der Entw. des Pollens 1844) seine Beobachtungen über die Bildung der Pollenzellen veröffentlicht, glaubte sich Mohl in Folge seiner wiederholten Untersuchungen über Zellenbildung (Entwickelung der Spor. von Anthoceros, Linnaea 1839 pag. 273) genöthigt, für die Entwickelung der Sporen und Pollenzellen mit Mirbel und Unger annehmen zu müssen, dafs sich bei ihnen die Theilung der Zellen durch Abschnürung mit der freien Zellenbildung vereinige (Vegetab. Zelle 1851 pag. 220).

In meiner Untersuchung über die organische Zelle hatte ich die Entwickelung der Pollenzelle von Pflanzen verschiedener Familien eingeschlossen, deren Resultate in so fern von allen diesen abweicht, als ich fand, dafs die aus einem zusammengesetzten Systeme endogener Zellen bestehende Pollenzelle, frei in dem Zellsafte der Pollenmutterzelle entstehe, dafs die Membranen, der in den Pollenmutterzellen mehrzählig enthaltenen Zellkerne und Kernkörperchen, selbst sich zu den Häuten der Pollenzelle ausdehnen, während in ihnen ein neues sich zum Zellkern vergröfserndes Bläschen bilde, in welchem dann wieder das Kernkörperchen als mikroskopisch kleines Bläschen auftrete; dafs demnach die Entstehung des Kernkörperchens nicht der Bildung der Haut des Zellkernes vorausgehe, ebensowenig als die Entstehung der Pollenzellen von der vorgängigen Bildung eines Zellkernes abhängig sei.

Allerdings war ich damals nicht gefafst auf die vielerlei Bedenken und Widersprüche, welche diese Angaben zu erfahren hatten; daher die kurze Darstellung und die Einfachheit der zur Erläuterung derselben dienenden Zeichnungen (De cella vitali 1843 pag. 37 tab. I. *a—i*; oben pag. 43), welche nicht genügten, allen jenen Einwendungen zu begegnen.

Und auch jetzt noch ist es in der That sehr schwierig, aus der Entwickelungsgeschichte des Pollens, das Gesetz der Zellenbildung abzuleiten, da diese Zellen, während ihrer Entwickelung, mehr als andere mit trüben undurchsichtigen Stoffen angefüllt sind und man dieselben nicht direct in ihrem Wachsthume beobachten kann, sondern durch Vergleichung vieler Objecte die Entwickelungsfolge derselben erschliefsen mufs. Aus diesen Gründen ist der Beobachter Irrthümern hier noch mehr ausgesetzt, als bei den einfachen Zellenpflanzen.

Dennoch scheint es mir nicht passend, diesen vielbesprochenen und noch immer nicht völlig aufgeklärten Gegenstand zu übergehen, vielmehr will ich versuchen, an dem meiner Meinung nach schwierigsten Objecte, welches am täuschendsten die Erscheinung der Faltenbildung und Abschnürung darstellt, nachzuweisen, dafs auch die hier obwaltenden Vorgänge sich nach dem allgemeinen Gesetze der freien Zellenbildung erklären lassen. Ich meine diejenigen Dicotyledonen-Pollenzellen, deren primäre Zellen (Nägeli's Specialmutterzellen) ebenso wie die Membranen ihrer Mutterzellen, während der ersten Entwickelung der secundären und späteren Generationen der eigentlichen Pollenzelle sich stark, oft schichtig verdicken.

Als das bekannteste Beispiel nehme ich von diesen die *Althaea rosea*, deren in kräftiger Entwickelung begriffene Juniknospen, vor dem Aufblühen der ersten Blumen mir das beste Material lieferten; die späteren, langsam vegetirenden, vielleicht kaum noch zu vollständiger Entwickelung gelangenden Blumenknospen, sind für diese Untersuchung nicht geeignet. Auch müssen die Knospen, von der Pflanze genommen, sogleich untersucht werden.

Die auf Tafel XXIII gegebenen Zeichnungen mögen dazu dienen, mich kürzer aussprechen zu können und meine Worte zu veranschaulichen.

Die Fig. 13 stellt die acht grofsen dickwandigen Zellen dar, welche die Mittellinie jedes der beiden Fächer des jungen Staubbeutels der *A. rosea* ausfüllen. Die Höhlung jeder dieser aus einer doppelten Membran bestehenden grofsen Zellen war mit körnig-schleimiger Flüssigkeit angefüllt, welche einen kleinen, ein Kernkörperchen enthaltenden Zellkern durchschimmern läfst. (Die beiden obersten Zellen waren durch die Präparation entleert.) Um diesen centralen Zellkern erkennt man in einem gewissen Entwickelungszustande vier, seltener zwei kugelförmige, helle Räume in mehr oder minderer Gröfse (13x). Hie und dort sieht man auch in diesen Hohlräumen schon ein sie als Zellen characterisirendes centrales Bläschen.

In dem Zustande, in welchem diese endogenen Zellen durch das trübe körnige Plasma noch nicht hindurchschimmern, kann man sie nicht selten, während der allmäligen Einwirkung von Wasser auf ihre Mutterzellen erkennen, besonders wenn letztere noch mit einander, wie in Fig. 13, in ihrer gemeinschaftlichen Mutterzelle eingeschlossen sind, und zwar besteht diese Wirkung des Wassers nicht sowohl in einem Auflösen des Plasmas, als vielmehr in einem Ausdehnen der Membranen der eingeschlossenen Zellen, wodurch dann der Gegensatz ihrer gleichfalls mit schleimiger trüber Flüssigkeit erfüllten Höhlungen zu dem sie umgebenden körnigen Plasma schärfer hervortritt.

Nachdem man diese cambiale Zellenmasse einige Zeit unter Wasser beobachtete und die Höhlungen in den Mutterzellen immer deutlicher hat hervortreten sehen, verschwinden sie plötzlich; gewöhnlich alle vier gleichzeitig, selten die eine oder die andere später, nachdem diese noch an Deutlichkeit zugenommen hatten. Augenscheinlich hatte die Spannung der endosmotisch ausgedehnten Zellhäute den höchsten Grad erreicht, sie platzten und entschwanden dem Auge, während ihr Inhalt sich mit demjenigen ihrer Mutterzelle vermischte.

Dafs diese, während der Einwirkung des Wassers, unter den Augen des Beobachters sich vergröfsernden Hohlräume eigene hautartige Wandungen haben, dafs sie wirkliche, der Endosmose fähige Zellen sind, dies ist wohl um so weniger zweifelhaft, als man zuweilen schon einen Zellkern in ihrem Innern bemerkt. Und dafs es etwa vier im normalen Verlaufe unveränderliche Zellkerne seien, dagegen spricht die verschiedene Gröfse dieser Zellen innerhalb verschiedener Mutterzellen, selbst einer und derselben Anthere. Durch diosmotische Flüssigkeiten trennt sich die secundäre Pollenmutterzelle von der primären und wird über den körnig-zelligen Inhalt zu einem unregelmäfsigen oder gelappten Körper contrahirt.

Ein etwas älterer Entwickelungszustand ist es, in welchem diese grofsen Mutterzellen der Pollenzellen aus ihrem Fache sich einzeln herauslösen (Fig. 9). Der centrale Kern ist dann noch zu erkennen, sein Kernkörperchen schwierig oder nicht

mehr. Der Kern liegt zwischen vier zartwandigen Zellen, deren Membranen mit ihrem peripherischen Theile der Mutterzelle eng anliegen.

Die Haut der Mutterzelle ist stärker, etwas ungleichförmig und zwar schichtig verdickt, an dem über der Scheidewand zweier endogener Zellen befindlichen Theile ist sie etwas dicker, was später oft stark hervortritt.

Durch Lösungen von Salzen oder Zucker etc. entfernt man schon in diesem Entwickelungszustande den Inhalt der Tochterzellen von der noch zarten primären Haut. Der Inhalt einer jeden Zelle bildet einen mehr oder minder sphärischen, glatten, alle vier zusammen einen gelappt erscheinenden Körper im Centrum der durch sehr zarte Häute gekammerten Mutterzelle. Es treten hier mit diesen vier Tochterzellen, je nach der Behandlungsweise, ziemlich ähnliche oder gleiche Erscheinungen ein, wie sie von der Cladophora ausführlich beschrieben wurden. Auch hier lassen sich die vier im Centrum zusammenklebenden Tochterzellen durch theilweise Zerstörung ihrer primären Zellhäute mittelst Reagentien isoliren, und falls die Mutterzelle durch den Schnitt verletzt wurde, finden sie sich, obgleich selten, aus derselben hervorgepreſst; ungefähr in der Form wie Mohl dies „Vegetabilische Zelle“ Taf. I. Fig. 10 abbildete.

Der körnige, auſserhalb der Tochterzellen befindliche Inhalt der secundären Pollen-Mutterzelle ist entweder gänzlich verschwunden, oder es findet sich an ihrem Umkreise, an Stelle des letzten Restes desselben, ein gallertartig erscheinender Stoff, in welchem Falle dann die zarten Häute der Tochterzellen wie die inneren Conturen einer dickwandigen Zelle erscheinen.

Dadurch hat die Pollenmutterzelle dann groſse Aehnlichkeit mit dem folgenden Entwickelungszustande, in welchem statt des centralen Kernes eine gallertartige Masse den Mittelpunkt der Zelle zwischen den vier Tochterzellen anfüllt (Fig. 11). Dieses Aufgelöstsein des die Zelle regenerirenden Kernes (Kernzelle) ist ein Zeichen des Endes der individuellen Entwickelung der Mutterzelle. Zwischen den Höhlungen der vier endogenen, stärker gespannten Zellen bilden ihre nebeneinander liegenden Wände scheinbar einfache, sehr zarte Platten, welche den mit trüber schleimiger Flüssigkeit erfüllten Zellraum der Mutterzelle zu theilen scheinen.

Dieser Zustand ist es, auf den frühere Beobachter ihre besondere Aufmerksamkeit richteten, und den sie als das erste Erscheinen der eigentlichen Pollenzellen bezeichneten.

Unger (Merismatische Zellenbildung bei d. Entw. des Pollens 1844) spricht sich darüber folgendermaſsen aus: „Zuerst erscheinen in der Mutterzelle dünne zarte Streifen, welche, wie man sich durch Drehen jener überzeugen kann, nichts anderes sind als durchsichtige Wände, welche die Körnermasse in mehrere Partieen sondern. Dieselben sind so hinfällig, daſs sie vom Wasser aufgelöst werden.“

Diese Angaben Unger's sind vollkommen richtig, wenn das „zuerst“ die fertigen Scheidewände bezeichnet; auch noch in diesem Zustande schienen mir die zarten Zellmembranen endlich der lösenden Kraft des Wassers zu unterliegen.

Und in der That ist es wohl unmöglich, falls man bei der Deutung der Erscheinungen nicht die Analogie mit zu Hülfe nehmen will, zu beweisen, daſs wirklich jene innerhalb der Pollenmutterzelle vom Plasma eingehüllten, im Wasser wie es scheint zerflieſslichen, freien Zellen, welche in verschiedener Gröſse innerhalb

der ungleich entwickelten Pollenmutterzellen desselben Staubbeutels zu erkennen sind, durch Aneinanderlegen ihrer vergröſserten Membranen bei gleichzeitiger Assimilation des Plasmas, die linienartigen gleichfalls äuſserst zarten, meistens nicht als doppelt zu erkennenden Scheidewände formen, die in einem etwas späteren Entwickelungszustande den trüben Zellsaft derselben theilen.

Hier gestatten es die Verhältnisse nicht das Wachsen der freien endogenen Zellen, die Assimilation des sie einhüllenden Zellsaftes, und die Entstehung und Vermehrung ihres Inhaltes wirklich zu sehen, diese Vorgänge im Zusammenhange zu beobachten, wie es beim Oedogonium geschah. Dennoch halte ich es für vollkommen gerechtfertigt, von einer mit Sicherheit erkannten Thatsache auf andere ähnliche, aber nicht mit derselben Bestimmtheit zu erforschende zu schlieſsen und nehme an, daſs auch die zarten Scheidewände, welche in einem gewissen Entwickelungszustande die Pollenmutterzellen theilen, die aneinander liegenden Wandungen der freien Zellen sind, die man in anderen ähnlichen und jüngeren Zuständen in ihnen erkennt.

Es stimmt dies mit Mohl's in seiner ersten oben genannten Abhandlung über die Entwickelung der Sporen gegebenen Ansicht überein.

Jedenfalls sind in der Sporen- wie in der Pollenmutterzelle vier freie Zellen vorhanden, durch deren Ausdehnung und Ausfüllen ihrer Mutterzelle höchst wahrscheinlich die Scheidewände entstehen.

Daſs diese Scheidewände nicht einfach sind, wie Unger annahm — da sie sich in diesem jüngsten Zustande durch Anwendung diosmotischer Flüssigkeiten nicht spalten lassen — sondern daſs sie aus zwei Membranen bestehen, welche zwei benachbarten Specialmutterzellen des Pollens angehören, vertheidigt schon Nägeli, obgleich derselbe das Heranwachsen dieser Zellen nicht sah, im Gegentheil mit Mirbel annahm, es entstehe die Haut durch Erhärtung der peripherischen Schicht des in vier Portionen getheilten Inhaltes der Mutterzelle.

In etwas älteren Staubbeuteln beginnt nun auch die Verdickung der Häute der die Scheidewände bildenden Tochterzellen, nachdem die secundäre Membran der Mutterzelle sich bedeutend verdickte und zwischen den peripherisch sich ausdehnenden Pollenzellen nach Art der Collenchymzellen leistenförmige Vorsprünge erhielt.

Zuerst bemerkt man diese Verdickung in der Peripherie, dort wo sie sich und die Mutterzellen berühren, dann im Mittelpunkte, wo sich die den Zellkern ersetzende Gallertmasse befand. Die Grenzlinie ist anfangs schwierig zu erkennen, was ohne Zweifel von der die Zwischenzellräume ausfüllenden Flüssigkeit herrührt. Dies ist wohl der Grund, weshalb Mirbel diesen Theil der verdickten primären Pollenzellen für die Wandung der Pollenmutterzelle selbst hielt (Fig. 12).

Nachdem die Verdickung weiter vorgeschritten ist und den Umfang der ganzen Zellhaut einnimmt, wird auch die Grenzlinie der benachbarten verdickten Häute wieder sichtbar. Die Entstehung und das Wachsthum der secundären und der folgenden Zellen der Pollenzelle ist nicht mit Sicherheit zu verfolgen.

Die knorpelartig verdickten Häute der Pollenmutterzellen sowie die mit ihnen zusammenhängenden primären der Pollenzellen (Fig. 7) werden während der späteren Ausbildung des Pollens resorbirt. Im Zustande der stärksten Verdickung, also wahrscheinlich bei beginnender Resorption, werden sie an den Orten, wo die Verdickung am geringsten ist, d. h. über den peripherischen Scheitellinien der Pollenzellen durch

diese, welche dann hervorquellen, auseinander gesprengt, wenn sie einige Zeit der Einwirkung des Wassers ausgesetzt wurden.

Die primären knorpelartig verdickten Zellen der Pollenzellen bleiben dann, mit den ähnlich collenchymatös erscheinenden Häuten der Mutterzelle verbunden, als leere Hülle zurück (Fig. 10).

Die noch sehr dünnwandige Haut der auf diese Weise hervorgepreſsten Pollenzellen, die die Stelle der primären Haut vertretende secundäre Zelle, quillt aus dem oft verhältniſsmäſsig kleinen Riſs hervor und vergröſsert sich durch Aufnahme von Wasser fortwährend bis zu dem doppelten Durchmesser. Die groſse Elasticität der jungen nicht verdickten Zellhaut ist während dieses Hervorquellens besonders deutlich erkennbar; oft drängt sich dieselbe durch eine Oeffnung kaum von dem vierten Theil ihres Durchmessers hervor und nimmt endlich hervorgetreten darauf wieder ihre vollkommene Kugelform an. An ihrer inneren Wandung liegt zunächst eine Schicht kleiner Bläschen, die nach Einwirkung einer verdünnten Chlorcalciumlösung deutlicher hervortreten. Wendet man die Chlorcalciumlösung etwas concentrirter an, so wird die ganze Schicht von Bläschen mit einer zarten Haut, von welcher sie umhüllt sind und welche die äuſsere etwas dickere Zellwand auskleidet, von dieser entfernt; diese ist dann als fast glatt und structurlos zu erkennen, oder mit kleinen helleren Punkten bezeichnet, die als Abdrücke der bisher ihr anliegenden Bläschen erscheinen (Fig. 18).

In einem etwas jüngeren Zustande sind diese Bläschen so klein, daſs es nicht möglich ist, eine Höhlung in ihnen zu erkennen; werden diese nebst der sie umschlieſsenden Zellhaut durch endosmotisch wirkende Flüssigkeit von der äuſseren Haut entfernt (Fig. 10 und 11), so erscheint diese vollständig gleichförmig und structurlos.

In etwas älteren Zuständen dagegen läſst sich die Haut der secundären Zelle mit der ihr innen anhaftenden Bläschenschicht auf solche Weise nicht mehr von der Mutterzelle trennen und die Bläschen dehnen sich ebensowenig noch endosmotisch aus, sind vielmehr im Zusammenhange mit den beiden sie umschlieſsenden Zellmembranen über die Oberfläche der Mutterzelle hinaus in Form kleiner Warzen ausgedehnt; Warzen die an etwas älteren Zellen immer deutlicher als die Stacheln hervortreten, welche die Oberfläche der Pollenzelle der Althaea, wie diejenigen der übrigen Malvaceen, dicht bedecken (Fig. 17). Gleichzeitig mit diesem Hervorwachsen der Stacheln werden die collenchymatisch verdickten Wände der Mutter- und Urmutterzellen resorbirt. Es sind also dieselben darin den verdickten Häuten der eigentlichen Collenchymzellen ähnlich, welche gleichfalls die Function haben, Nahrungsstoff für die jüngeren endogenen Zellen zu sammeln, diesen als solcher zu dienen.

In dem Zustande des ersten Hervortretens der kleinen Warzen über die Oberfläche wird die Haut der Mutterzelle (die ursprünglich secundäre Zelle) durch Jod blau gefärbt, nachdem sie mit Chlorcalcium einige Zeit in Berührung war (vergl. Celluline pag. 419), früher und später nicht. —

Leichter als bei den Malvaceen, deren schleimiger Zellsaft die Präparation erschwert, erkennt man bei den Monocotylen das Vorhandensein freier Tochterzellen innerhalb der Pollenmutterzelle und die Entstehung der Scheidewände durch Berührung ihrer sich vergröſsernden primären Zellhäute.

Der Pollen der Fuchsia hat eine vorzüglich interessante und leicht zu verfolgende Entwirkelungsgeschichte, insofern hier auch die Natur der Zwischenkörperchen, die ich schon in dem „Geschlechtsleben der Pflanzen" pag. 329 u. f. erörterte, durch die in mannigfacher Form ausgeführten Mifsbildungen erkannt werden kann.

VIII.

Wachsthumsverhältnisse der Spirogyren. Endogenes Zellgewebe der Spirogyrengliedzelle aus Chlorophyllschläuchen und farblosen Secretionszellen bestehend, letztere Celluline enthaltend, die auch in den Mutterzellen vorkommt, während der Vegetation jedoch verbraucht wird.

Die Arten der Gattung Spirogyra werden von den Anhängern der Mohl'schen Zellenbildungslehre in der Regel neben der *Cladophora glomerata* als unzweifelhaftes Beispiel einer Zellenvermehrung durch Abschnürung genannt.

Die Schwierigkeiten, welche sich der Cultur dieser Pflanze entgegenstellen, sowie die grofse Zartheit und leichte Zerstörbarkeit der Membranen ihrer endogenen Zellen sind ohne Zweifel die Ursache, dafs seither trotz des einfacheren regelmäfsigeren Baues das Vorhandensein der letzteren nicht erkannt, noch weniger aber eine vollkommene Kenntnifs ihrer Entwickelungsfolge und der daraus resultirenden Scheidewandbildung erlangt wurde, da jene Zellen wegen grofser Empfindlichkeit der Pflanze gegen geringe Veränderungen des Einflusses der äufseren Agentien, meistens nur in kurzen Perioden unmittelbar in ihrem Wachsthume zu beobachten sind.

Auch die Spirogyren sind ebenso wie wohl noch viele, wenn nicht sämmtliche ihrer Verwandten, wie es scheint, nicht befähigt, rein unorganische Materie allein zu assimiliren, auch sie bedürfen augenscheinlich in Wasser lösliche organische Verbindungen als Nahrungsstoffe. (Die Wurzelzelle entwickelt sich bei den zerstückelten Spirogyren nicht immer wie bei der Cladophora als unmittelbare Verlängerung der untersten Gliedzelle, aufserhalb der Hüllhaut, sondern auch als seitliche Protuberanz eben dieser Zelle; der beginnenden Conjugation ähnlich. Ebenso verhält sich Mougeotia. (Ob alle Conjugaten)? — Die fernere Entwickelung und Form ist der Fig. 45 ähnlich.)

Läfst man eine Spirogyra[1]) längere Zeit in reinem, von organischen Verbindungen (auch von absterbenden und todten Organismen) möglichst freiem Wasser längere Zeit vegetiren und mifst von Zeit zu Zeit ihre Gliedzellen, so sieht man bald, dafs diese ungewöhnlich an Länge, zuweilen auch etwas an Weite zunehmen. Zugleich werden die Windungen der Chlorophyllbänder steiler, die benachbarten entfernen sich weiter von einander; ihre Enden, welche neben der Scheidewand lagen oder selbst sich neben dieser nach deren Mittelpunkt zu einwärts bogen, sind mehr und mehr von der Scheidewand entfernt. Diese Enden, sowie endlich die ganzen Chlorophyllbänder, verlieren ihre Schraubendrehung, werden fast gerade. Die Menge und Gröfse der in ihnen eingelagerten Bläschen scheint anfangs zuzunehmen, später

[1]) Ich beobachtete dies an der *Sp. decimina*, *nitida*, *quinina Weberi* und *orthospira*? (Fig. 68 und 69). In destillirtem Wasser wachsend, verlor die dicke Oberhaut der letzteren Pflanze ihre Dichtigkeit und in kohlensaurem Wasser verschwand dieselbe ganz.

nimmt dieselbe ab, verschwindet endlich fast völlig; ebenso der Zellkern. Der übrige Inhalt der Gliedzellen wird durchsichtiger, wasserklar.

Fügt man dagegen zu dem Wasser, worin sich die so ausgehungerten Spirogyren befinden, eine geringe Menge von dem schleimigen Safte derselben Art oder anderer Conferven hinzu, so beginnt eine neue Lebensthätigkeit und viele oder alle Glieder findet man nach einiger Zeit durch eine Querscheidewand in zwei neue getheilt, oder in dieser Theilung begriffen (Fig. 58—61, die beiden letzteren nach der Einwirkung endosmotischer Flüssigkeiten). Dieser Prozefs wiederholt sich mehreremal, wenn die nöthige Menge stickstoffhaltiger, organischer Substanz gegeben wurde. Die Schraubenlinie der Chlorophyllbänder liegt dann in ihren Gliedzellen weniger steil und die benachbarten näher beisammen, ja endlich so enge aneinander, dafs es schwer hält, sie in ihrem Laufe zu verfolgen.

Doch scheint es, dafs die Pflanzen nur bis auf einen gewissen Grad ausgehungert werden dürfen, um wieder von neuem zur Zellenbildung angeregt werden zu können, die offenbar bei jeglicher Abwesenheit stickstoffhaltiger Materie in dem Wasser, worin sie wachsen, völlig unterdrückt ist. In diesem Falle vergröfsern sich nur die Membranen der schon vorhandenen Gliedzellen, während gleichzeitig ihre Höhlung von Absonderungsstoffen, besonders von Stickstoffverbindungen entleert wird.

Die Chlorophyllbänder, welche sich völlig gerade strecken, wenn alle endogenen Zellen resorbirt wurden, nehmen eine um so mehr geneigte Richtung zwischen der inneren Oberfläche der Mutterzelle und der äufseren der Tochterzelle an, je mehr sich letztere aus der ellipsoidischen der kugelförmigen Gestalt nähern.

Eine Vermehrung oder Verminderung der Anzahl von Chlorophyllbändern wurde durch den Wechsel der Nahrungsflüssigkeit nicht veranlafst, obgleich benachbarte Glieder ein und desselben normal ernährten Individuums darin nicht ganz constant sind, ja selbst die eine Hälfte einer Gliedzelle der *Sp. quinina*, Weberi und Anderer mit einem, die andere mit zwei Chlorophyllbändern versehen ist. (Aus diesen Verhältnissen wird es ersichtlich, dafs die relative Länge der Gliedzellen, so wie dieselbe bisher zur Charakteristik der Arten angewendet wurde, für diesen Zweck nicht ausreicht, und dafs die Anzahl der Chlorophyllschläuche und der gleichfalls sehr veränderliche Durchmesser der Gliedzellen nur mit Vorsicht anzuwenden ist. Höchst wahrscheinlich werden diese Verhältnisse für die Charakteristik der Art nur in einem bestimmten Entwickelungsabschnitte der Pflanze, und zwar in dem der Copulation zu benutzen sein.)

Der Bau dieser Chlorophyllbänder indessen variirt ebenso wie ihre Lagerung; auch er ist abhängig von der Natur des Nahrungsstoffes, wie von der Entwickelungsphase der Gliedzelle, gleich den übrigen Organisationen, welche das Innere dieser ausfüllen.

Gewöhnlich wird der Inhalt der Spirogyrengliedzellen als eine Flüssigkeit beschrieben, die von schraubenartig gewundenen Chlorophyllbändern umgeben ist, an denen sich ein im Mittelpunkte der Zelle schwebender Zellkern mittelst Schleimfäden befestigt findet.

Diese Vorstellung über den Bau der Spirogyra leidet an denselben Mängeln, wie die bisher über den der Cladophora gehegte, wovon man sich auch hier durch einige Versuche überzeugen kann.

Auch in der Spirogyren-Gliedzelle finden wir, und schärfer gesondert als in derjenigen der Cladophora, Absonderungszellen verschiedener Natur; einige mit farbloser Flüssigkeit angefüllt, welche den centralen Raum der Zelle einnehmen, andere grünen Schleim enthaltend, die sogenannten Chlorophyll-Bänder, an der Oberfläche gelagert.

Die meist rinnenförmigen, zum Theil mit einer Mittelrippe oder Kiel, oft mit gezacktem Rande versehenen Schraubenbänder sollen nach Kützing (Phycologia generalis 1843 pag. 275) durch Zerreifsung einer über die Gelinzelle anfangs gleichförmig ausgebreiteten gonimischen Substanz entstehen, indem die Gelinzelle, auf der sie ruht, rasch auswächst.

Auch Mohl (Vermischte Schriften 1845: „Untersuchungen über die anatom. Verhältn. des Chlorophylls") zählte die Schraubenbänder der Spirogyren zu der Abtheilung des formlosen, aus zäher grüner Gallerte bestehenden Chlorophylls.

Mir (Wiegmann's Archiv 1843) schienen diese Chlorophyllbänder bei meiner ersten Untersuchung ihrer Entwickelung in den sich verlängernden Enden der Spirogyrengliedzelle aus Zellen zu entstehen, deren Häute sich im Umkreise eines gelblichen Schleimes, der ein Kernbläschen einhüllt, verdichteten, dann sich in die Länge streckten, während der schleimige Inhalt sich grün färbte, und den vorhandenen Bändern sich anreihten. Der erste Theil dieser Angaben leidet an der irrigen Vorstellung über Zellenbildung, die zu der Zeit herrschte, wie ich diese Beobachtungen machte und zum Drucke für die Veröffentlichung übergab. Ein Jahr später wurden sie durch die in meiner Dissertation ausgesprochenen Angaben widerrufen, und auch jetzt noch halte ich sie insofern für irrig, als nicht die Haut sich um den Schleim bildet, sondern eine dort schon vorhandene, einen ungefärbten, kaum etwas trüben Schleim einhüllende Haut sich verdickt, während dieser selbst sich gelb, später grün färbt und in seinem Centrum ein neues Bläschen auftritt.

Kützing's Ansicht wird besonders durch solche Entwickelungsformen unterstützt und ist wahrscheinlich durch sie hervorgerufen worden, in denen die Schraubenbänder in wenig steiler Windung eng aneinander liegen, wie es Fig. 69 und 70 von *Spirogyra orthospira* Naeg. (?) (*Sp. majuscula* Kg. ?) darstellen. In diesem Falle ist es in der That eine schwierig zu lösende Aufgabe, die Grenze der einzelnen Bänder zu erkennen und sich von der Unhaltbarkeit dieser Idee zu überzeugen, was jedoch die Beobachtung der ferneren Entwickelung ermöglicht.

Durchschneidet man eine Gliedzelle, wie in Fig. 70 und 72, und beobachtet den Inhalt derselben möglichst unmittelbar nach der ersten Einwirkung des Wassers, so sieht man je nach dem Entwickelungszustande, in welchem sich die Gliedzelle befindet, gröfsere oder kleinere wasserhelle Zellen aus dem Innern sich hervordrängen, die Chlorophyllbänder sich meistens in einzelne längliche oder kugelige Zellen auflösen, die mehr oder minder rasch anschwellen, einen oder mehrere sehr dickwandige Amylumbläschen in dem grünen, schleimigen Inhalte eingebettet zeigen und beim völligen Hervortreten aus der Zelle zerplatzen, während der schleimige Inhalt die hellen Zellen überzieht, welche der auflösenden Kraft des Wassers noch nicht unterlagen.

Wenige der farblosen Zellen sind gewöhnlich sehr viel gröfser wie alle übrigen, und zwar sind es in der Regel zwei oder vier in jeder Gliedzelle, eine oder

zwei an jeder Seite des Zellkernes; zwischen ihnen, den Zellkern umgebend, befinden sich meistens die kleineren, ihnen sonst sehr ähnlichen; seltener finden sich. solche an den Enden der Zelle neben der Scheidewand (Fig. 72).

Bei denjenigen Arten, deren Zellkern sich gleichzeitig mit der Bildung neuer Gliedzellen vermehrt, bei der *Sp. nitida*, *orthospira* etc., scheint stets nur eine dieser kernlosen endogenen Zellen an jeder Seite des Kernes sich zu vergröfsern, während bei denen, deren Zellkern sich wenig entwickelt, meistens jederseits zwei derselben zu erkennen sind.

In der, Fig. 72 dargestellten, obersten Gliedzelle ist eine dieser grofsen farblosen Zellen durch den in der Nähe der Scheidewand gefallenen Schnitt zerstört, die zweite hat sich bedeutend ausgedehnt und die kleineren hellen Zellen, welche ursprünglich die Mitte der Gliedzelle einnahmen, aus derselben hervorgedrängt.

Auch auf die Zelle welche an die durchschnittene grenzt wirkt das Wasser, ohne Zweifel durch die freigelegte Querwand hindurchdringend, in ähnlicher Weise nur langsamer ein (Fig. 71 und 72). In der entsprechenden Zelle Fig. 72 ist an jeder Seite der Gliedzelle eine der beiden grofsen, farblosen Zellen neben der Scheidewand unter den Chlorophyllbändern hervorgetreten, welche dieselben bis dahin verdeckten; letztere sind in dem Mittelraume der Gliedzelle zusammengehäuft, und zwar zerfallen in einzelne kleine Zellen, welche Amylum- und Chlorophyllbläschen enthalten.

In der nächst unteren, noch fast unveränderten Gliedzelle sieht man die beiden farblosen Zellen (Bläschen) kaum stärker angeschwollen als im normalen Zustande; zwischen ihnen liegt der Zellkern und rings um diesen die kleineren farblosen Bläschen: die Chlorophyllbänder sind unverändert. Einen ähnlichen Zustand stellt Fig. 64 von der *Sp. princeps* (*nitida* Kg.) dar. (Die kleineren, den Zellkern zunächst umgebenden wasserhellen Bläschen sind ohne Zweifel die dünnhäutigsten; sie unterliegen zuerst der Wirkung des Wassers, welches in Folge irgend einer Störung des Assimilationsprozesses der Mutterzelle durch deren Häute in den Zellraum eindringt. Die secundäre Haut der Mutterzelle mit den anliegenden Spiralschläuchen senkt sich daher in solchem Falle auf die beiden gröfseren kernlosen Zellen und den Zellkern herab rings um diesen eine Falte bildend. — Da diese beiden Zellen während sie sich vergröfsern jene kleinen zu resorbiren scheinen, so tritt kurz vor dem unmittelbaren Aneinanderlegen beider zur Scheidewand ein Zeitpunkt ein, in welchem durch geringe Aenderung der endosmotischen Kraft des Wassers, worin die Pflanze liegt, eine solche Kreisfalte hervorgerufen wird.)

Bei der *Spirogyra orthospira* sind die Chlorophyllbänder stets zarter als bei den meisten übrigen Spirogyren, bei denen dieselben unter ähnlichen Verhältnissen weniger leicht in einzelne Glieder zerfallen: vielmehr nicht selten ein jedes derselben in vollständigem Zusammenhange bleibt, und während es sich mehr oder minder grade streckt, schlauchförmig aufquillt, die kielförmige Verdickung sich ausbreitet und die Amylumbläschen, die bis dahin den Chlorophyllbändern aufgeklebt schienen, dann in dem Hohlraume des cylindrischen Schlauches enthalten sind.

Diese Erscheinungen lassen darauf schliefsen, dafs die gemeinschaftliche Haut des Chlorophyllschlauches der *Sp. orthospira* sehr zartwandig ist und im Wasser zerfliefst, während die eingeschlossenen Bläschen und Zellen eine dem Wasser länger Widerstand leistende Haut haben und in demselben sich endosmotisch vergröfsern:

dafs dagegen bei den übrigen Arten: bei der *Sp. decimina, princeps, quinina* u. a. m. die Secretionszellen von einer stärkeren und resistenteren zu dem Chlorophyllschlauche vereinigten Haut eingeschlossen sind. Diese in dem Chlorophyllschlauche enthaltenen Bläschen durchlaufen, ähnlich einer Gewebezelle, die mannigfaltigste endogene Entwickelung; anfangs sind es einfache Chlorophyll-, endlich dickwandige Amylumbläschen, von denen in manchen Fällen schliefslich nur noch die vergröfserten Häute übrig bleiben, welche dann in den Schläuchen wie Conferven gliedzellen nebeneinander liegen. — Das eingehendste Studium des Formencyclus dieser Chlorophyllschläuche der Spirogyrenarten bleibt noch eine nothwendige Vorarbeit für das vollständige Verständnifs der Entwickelungsweise der Gliedzellen.

Die Haut der secundären Gliedzelle ist in dem Fig. 72 gezeichneten Falle nicht bemerkbar, sie schien aufgequollen an dem Schnittende in Wasser zu verschwinden scheinbar zu zerfliefsen, vielleicht befand sie sich in dem der Verdickung (Verholzung) vorhergehenden Stadium der chemischen Umänderung. In dem Fig. 70 dargestellten Falle contrahirte sie sich über die eingeschlossenen zelligen Gebilde; die eine hier noch vorhandene kleine Zwillingszelle wird dadurch mit den Chlorophyllschläuchen überzogen und hängt wie an einem Faden an der Scheidewand, woselbst die primäre Zellhaut noch mit der secundären zusammenhängt.

Legt man eine kräftig wachsende *Spirogyra* bald nach der ersten Einwirkung der diosmotischen Flüssigkeiten, welche die secundären Zellen eben völlig von der Haut der primären getrennt hatten, wieder in reines Wasser, so nehmen die secundären Zellen mit ihrem zelligen Inhalte wieder ziemlich die frühere Lage ein.

Läfst man die diosmotischen Flüssigkeiten bis zur völligen Contraction der secundären Zellen einwirken und wechselt dann rasch jene Flüssigkeit mit reinem Wasser, so dehnen sich die secundären Zellen nicht mehr aus — sei es, weil durch Exosmose ihr Inhalt gänzlich entfernt wurde, oder vielleicht weil ihre Haut zwischen den Tochterzellen einrifs — wohl aber durchbrechen dann die kernlosen Tochterzellen (Bläschen) die Haut der secundären Zelle, dehnen sich fort und fort aus; die gröfseren füllen gewöhnlich wieder vollständig den Raum der Mutterzelle, indem sie sich in der Mitte dieser zu einer Scheidewand aneinander abplatten.

Es treten in diesem Falle die gleichen Erscheinungen als mechanische Wirkungen ein, die als Wachsthumsvorgang an den in andauernder Entwickelung begriffenen Tochterzellen des *Oedogoniums* beobachtet wurden. Macht man den Versuch mit *Spirogyren*, die in einem Zustande der Vegetationsruhe sich befinden, in welchen die endogenen Zellen weniger entwickelt sind und die Mutterzelle nicht ganz ausfüllen, so zerreifst während der exosmotischen Zusammenziehung der secundären Zelle die Haut dieser in der Mitte der beiden eingeschlossenen Tochterzellen mit dem Theile des Chlorophyllschlauches, der sich hier befindet, völlig in zwei Theile (Bot. Zeit. 1852 sp. 91; oben pag. 232 Taf. XVI. 6.).

Auch in diesem Falle treten die Tochterzellen nach Hinzufügung von Wasser aus den sie überziehenden Spiralschläuchen und Theilen der Mutterzellhaut hervor und dehnen sich in beschriebener Weise aus, in welchem Zustande sie bisher irrthümlich meistens als durch Theilung der secundären Mutterzellen entstanden betrachtet wurden (Fig. 78 und 79 *Sp. quinina*).

Dieses verschiedene diosmotische Verhalten der ineinander geschachtelten

Zellen ist vielleicht in der verschiedenen Natur der Häute begründet, die sich schon durch ihre Dicke und Festigkeit zu erkennen giebt; vielleicht auch in der verschiedenen Qualität ihres Inhaltes, obgleich mich derselbe keine chemische Verschiedenheit entdecken liefs.

Die primären wie auch die secundären Gliedzellen enthalten, ebenso wie die kernlosen wasserhellen Tochterzellen einen Stoff, der nicht nur nach einiger Maceration mit wässeriger Schwefelsäure- oder Chlorzink-, sondern auch schon mit neutraler Chlorcalcium-Lösung in der Art verändert wird, dafs ihn eine wässerige Jodlösung, gleich Amylum, schön blau färbt. Gewöhnlich ist er in diesem Zustande mehr oder weniger trübe, gleich fein vertheiltem Amylum. Der Inhalt der primären Zelle findet sich nach der ersten Einwirkung der wässerigen Jodlösung häufig auf die, über den übrigen zelligen Inhalt contrahirte Haut der secundären Zelle niedergeschlagen, durch eine farblose, wasserhelle Flüssigkeit von der Haut der primären Zelle getrennt; nach und nach vertheilt sich die kleisterartig erscheinende Substanz auf den ganzen Inhalt zwischen beiden Häuten.

Die farb- und kernlosen Tochterzellen (Bläschen) scheinen den durch Jod blau werdenden Stoff am concentrirtesten zu enthalten (häufig färbt sich der Inhalt dieser Zellen durch Jod röthlich, ähnlich dem Dextrin, nachdem derselbe von Glycerin durchdrungen war), sie sind von demselben stets vollständig angefüllt. Sowohl in ihnen als in dem kleisterartig gebläuten Inhalte der Mutterzelle unterscheidet man, wenn man Chlorcalcium zur Maceration angewendet hatte, zarte Bläschen etwa von der Gröfse der in dem Chlorophyllschlauche befindlichen grofsen Amylumbläschen.

Dies Vorkommen organisirter Formen als Inhalt der endogenen Zellen ist von grofsem Gewichte für die richtige Beurtheilung der Natur dieses der Cellulose einigermaafsen ähnlichen Stoffes. Denn wären diese Bläschen nicht vorhanden — welche nicht selten auch schon vor dieser Behandlungsweise zu erkennen sind, vorzüglich innerhalb der farblosen Tochterzellen — so würde man anzunehmen berechtigt sein, der zwischen den Häuten der primären und secundären Mutterzellen befindliche Stoff sei eine durch die corrodirenden Substanzen aufgequollene und chemisch veränderte Anwachsschicht der inneren Oberfläche der ersteren oder der äufseren Oberfläche der letzteren.

Würde man ferner nicht die zarte Membran der secundären Zelle im Umkreise der zusammengeballten Chlorophyllschläuche etc. erkennen, nachdem durch Verdunstung des Jodes die blaue Farbe verblichen ist, so könnte man die gebläute, kleisterartige Masse zwischen den Chlorophyllschläuchen und der primären Zellhaut für die in dieser Weise veränderte Haut der Tochterzelle halten, welcher einige der in ihr befindlichen, dem Chlorophyllbande wie es scheint angeklebten Bläschen beigemischt seien.

Diese Verhältnisse sprechen für die Annahme, dafs diese aufserhalb der secundären Zellen befindlichen, in dem kleisterartigen Stoffe, für den ich die Benennung Celluline vorschlage, eingehüllten Bläschen der Rest des Inhaltes der primären Giedzelle seien.

Der mehr oder minder grofsen Menge von diesem Inhalte der primären wie dieser Aenderung des Aggregatzustandes der Haut der secundären Zelle, ist es auch wohl zuzuschreiben, dafs letztere bei der Einwirkung diosmotischer Flüssigkeiten, z. B.

von Glycerin und Chlorcalcium, sich häufig schwierig von der Haut der primären Zelle trennt, mit derselben wie durch einen zähen Schleim verklebt scheint.

In manchen Entwickelungszuständen scheint aber auch wirklich die Haut der secundären Zelle ihre, wenn auch zarte doch feste Beschaffenheit verloren zu haben. Man findet in solchen die Chlorophyllschläuche von einer dicken, fast gallertartig erscheinenden, aber zähen, schleimig-fadenziehenden Schicht umgeben, die durch endosmotische Mittel sich zuweilen schwierig von der Haut der primären Zelle trennen läfst; die sich zusammenziehenden Chlorophyllschläuche hinterlassen in dieser Schicht, welche gleichfalls Cellulinereaction zeigt, ihre Formabdrücke als rinnige Vertiefungen (Fig. 65 und 66).

Dieser Aggregatzustand der Haut der secundären Zelle schien mir sich vorzüglich an Planzen zu finden, die in Vermehrung ihrer Gliedzellen begriffen waren.

Die in Fig. 62 gezeichnete *Sp. dubia* Kg. hatte einige Zeit in kohlensaurem Wasser gelegen, die Häute der secundären Zellen zogen sich darauf nach Einwirkung wässeriger Jodlösung zusammen, schienen aber verändert fast corrodirt, und zerrissen in vielen Gliedern an den Enden während der Contraction, wodurch die endogenen Zellen (*a*) dann aus ihnen hervortraten. Diese enthielten die eben beschriebene Celluline in grofser Menge, die durch Glycerin und Jod eine röthliche Farbe annimmt und welche nach längerem Wachsthume der Pflanze in Kohlensäure enthaltendem Wasser resorbirt zu werden scheint.

In solchen Spirogyren die lange Zeit in reinem Wasser, welches keine Stickstoffverbindungen enthielt, wuchsen, zieht sich in Folge der Einwirkung verdünnter Chlorcalciumlösung die zarte Haut der secundären Zelle mit Leichtigkeit völlig zusammen, und enthält keine anderen endogene Zellen als die Chlorophyllschläuche. Ebenso ist von der Celluline nichts mehr zu erkennen, obgleich der Chlorophyllschlauch gewöhnlich noch die bekannten grofsen Amylumbläschen enthält.

Die Häute der verschiedenen Zellen werden durch die genannten Reagentien nicht gebläut; ausnahmsweise nur beobachtete ich an ihnen, wie auch an denen der Cladophora zuweilen, Cellulosereaction, ohne die Umstände angeben zu können, welche diesen Zustand der Zellhaut herbeiführen.

Aus allem diesem geht nun wohl unzweifelhaft hervor, dafs die oben ausgesprochene Ansicht, die Spirogyrengliedzelle sei mit einem Gewebe endogener Zellen angefüllt, vollkommen begründet ist; denn blofse Hohlräume einer schleimigen Substanz würden sich nicht diosmotisch abwechselnd vergröfsern und wieder zusammenziehen, würden nicht einen besonderen Inhalt haben und würden nicht in diesem wieder zellige Bildungen enthalten können.

Hinsichts der Natur der beiden Arten von Zellen, welche in der Spirogyren-Gliedzelle enthalten sind, sowie hinsichts ihrer Lagerung findet eine Analogie mit der Cladophorenzelle statt, nur sind dieselben bei letzterer weniger scharf geschieden.

Hier bei der Spirogyra sind keine Uebergänge zwischen den centralen farblosen und den peripherischen, mit Chlorophyll gefüllten, zu einem Schlauche verbundenen, oder vielmehr in denselben enthaltenen Bläschen oder Zellen zu erkennen.

Ebenso finden sich bei allen übrigen Confervaceen und Desmidieen diese zwei Arten von Absonderungszellen, auf deren Vertheilung in den Mutterzellen die eigen-

thümliche Zeichnung dieser Organismen beruht, die zum Theil zur Charakteristik der Gattungen und Arten benuzt wird.

Und nicht nur in den Gewebezellen dieser einfachen Organismen, auch in denen der zusammengesetzten Pflanzen, so weit sie zur Assimilation der von aufsen zugeführten Nahrungsstoffe dienen, sind diese beiden Arten von Secretionszellen verbreitet: die häufig farblosen, Kohlenhydrate enthaltenden und die meistens gefärbten, mit Stickstoffverbindung angefüllten.

IX.

Bau und Entwickelung des Zellkerns (Kernzelle). Vermehrung derselben durch endogene Zellen. Kreisen des Zellsaftes zwischen den Secretionszellen von der Haut der Mutterzelle zu dem der Kernzelle.

Dem im Mittelpunkte der Spirogyren-Gliedzelle befindlichen Zellkerne ist stets eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt worden und demselben, wie überall so auch hier, eine besondere Function bei der Vermehrung der Zelle zugedacht.

Die Entstehung der Zellkerne, die im Allgemeinen gleich derjenigen der Zellen selbst auf Theilung schon vorhandener Kerne und auf Neubildung derselben aus dem Inhalte der Mutterzellen zurückgeführt wird und die beständig der Entstehung der Haut der entwickelten Zellen vorangehen soll, — mag nun diese durch Einschnürung von der Wandung der Mutterzelle aus oder frei im Zellsafte vor sich gehen, — wird hier bei der Spirogyra der Theilung des in der Mutterzelle Vorhandenen zugeschrieben.

Was zunächst die Idee der Theilung des Zellkernes betrifft, so waltet in ihr derselbe Irrthum wie bei der Zellenvermehrung selbst. Es theilt sich der vorhandene Zellkern weder durch eine plötzlich auftretende, durch den Radius des Kernes gespannte zarte Haut, noch durch Falten, welche von seiner Haut einwärts wachsen: sondern durch Entstehung neuer Zellen neben seiner endogenen Zelle, dem Kernkörperchen, welcher unter diesen Verhältnissen dann schon wieder ein Kernkörperchen enthält, also Zellkern der Kernzelle geworden ist.

Bald nach dem ersten Auftreten der in dem linsen- oder scheibenförmigen Zellkerne entstehenden Tochterzellen findet man diese zur Seite des ursprünglichen Zellkernes, dem Querdurchmesser der Gliedzelle entsprechend gelagert. In den nächsten Stadien ihrer Entwickelung nehmen sie in der, inzwischen kugelig gewordenen Kernzelle eine der Längenaxe der Zelle entsprechende Lage ein.

Ein Blick auf die Fig. 81 und 83—85 macht diesen Zustand anschaulich. Es sind dies Kernzellen der *Sp. nitida* Kg., — wie sie sehr häufig sich an cultivirten Exemplaren dieser Art finden, — deren Häute durch Einwirkung kohlensauren Wassers ausgedehnt waren.

Die Fig. 84 zeigt es sehr deutlich, dafs die neuen Zellkerne, die hier noch kein Kernkörperchen enthalten, von der äufseren Haut des Zellensystemes eingehüllt sind, welches aus der Entwickelung des Zellkernes hervorging.

In Fig. 85 sind diese beiden neuen Zellen — die Tochterzellen des ganzen Zellsystemes — innerhalb ihrer Mutterzelle stärker ausgedehnt, so dafs sie die zwi-

schen ihnen liegende Kernzelle umfassen, sie mit ihren sich berührenden Häuten einschliefsen (ähnlich in Fig. 81).

Die Kernzelle ist aber noch wie in Fig. 84 unversehrt zwischen ihnen vorhanden (Fig. 83 ein anderer, ähnlicher Entwickelungszustand von der Seite gesehen), wenngleich jetzt deren Resorption in der Regel beginnt und gleichzeitig eine secundäre Zelle in jeder der Tochterzellen entsteht. Die hier gezeichneten, durch Kohlensäure ausgedehnten Tochterzellen enthalten noch keine zellige Bildungen, wie es bei normal entwickelten Zellen dieses Entwickelungszustandes gewöhnlich der Fall ist.

In Fig. 81 ist ein normaler Fall gezeichnet; ein Zellkern liegt in der Tochterzelle an der nach dem Centrum der neuen Gliedzelle gewendeten Wandung, wie es bei den Spirogyren Regel ist, also an der dem ursprünglichen Zellkerne entgegengesetzten Seite.

Dieser Zellkern der jungen Tochterzelle erscheint in den ersten Entwickelungsstufen meistens als eine kugelige Anhäufung von Schleim. In diesem Schleime aber erkennt man in anderen Fällen ein Bläschen eingebettet und etwas später wieder ein, selten mehrere Kernkörperchen.

Dafs die äufsere Haut des Zellkernes — den man, wie gesagt, bei einigen Spirogyren häufig aus mehreren endogenen Zellen zusammengesetzt, also zu einem vollständigen Zellsysteme entwickelt findet — ebenso wie beim Oedogonium die völlige Gröfse der mütterlichen Zelle erreichen kann, dafür sprechen Zustände wie der Fig. 80 gezeichnete, die hier gleichfalls, wenn auch selten, dennoch zuweilen an cultivirten Pflanzen gefunden wurden. (Fig. 80 ist nach einem Exemplare gezeichnet, welches einige Zeit in Kohlensäure gelegen hatte, die wohl noch etwas zur Ausdehnung der Zellhaut beigetragen hat; sowie diese auch bewirkte, dafs die primäre Membran der Gliedzelle besonders kräftig hervortritt.)

Nicht selten finden sich in einer unverhältnifsmäfsig langen Zelle zwei Zellkerne in der Stellung, die sie bei halb- oder völlig verholzter Scheidewand einzunehmen pflegen, ohne dafs eine solche oder eine Andeutung derselben vorhanden ist. Häufig findet sich in der Mitte zwischen diesen beiden Zellkernen noch der dritte, dem Systeme der Mutterzelle angehörende Zellkern, alle drei eingeschlossen in der sehr langen, fast gallertartig erscheinenden Haut ihrer gemeinschaftlichen Mutterzelle (dem ursprünglichen Zellkerne), welche in den Fig. 83 und 84 gezeichneten Zuständen in noch fast rundlicher Form deutlich zu erkennen ist. Auch diese langgestreckte Kernzelle mit ihren drei Zellkernen ist scheinbar an Schleimfäden befestigt.

Dieses Vorkommen mehrerer Zellkerne ist, wie sich aus den sogleich zu besprechenden Entwickelungserscheinungen der Scheidewandbildung ergiebt, durch den Mangel an Stickstoffverbindungen in dem sie ernährenden Wasser zu erklären.

In den sogenannten Schleimfäden, welche in manchen Spirogyren, z. B. der *princeps* (*nitida* und *jugalis* Kg.), mit fo grofser Deutlichkeit zu erkennen sind, habe ich eine von der Peripherie nach dem centralen Kerne langsam vorschreitende Bewegung beobachtet und zwar an Individuen, die kurze Zeit in kohlensaurem Wasser gelegen hatten, ebenso auch in der Spitze lebhaft vegetirender Pflanzen.

Die Schleimfäden sind daher nicht etwa solide erhärtete Plasmastränge, Auswüchse der Haut der secundären Zelle, ein Gerüst, um den im Mittelpunkte der Zelle schwebenden Zellkern zu unterstützen, sondern eine schleimig-körnige Flüssigkeit,

der eigentliche Zellsaft, der flüssige Zellinhalt, in und aus welchem die übrigen zelligen Gebilde, die Absonderungsstoffe enthaltenden Bläschen, sowie der Zellkern sich entwickeln.

Freilich nimmt dieser flüssige Zellinhalt den geringsten Theil des Zellraumes ein, während die oben beschriebenen farblosen Bläschen (pag. 416 Fig. 72) denselben fast vollständig anfüllen, so dafs er nur als flüssiger Zwischenzellstoff auf die Räume beschränkt ist, die diese in lebhafter Vegetation begriffenen Zellen zwischen sich lassen.

Schleiden schon sah diese Bewegung des Zellsaftes in den Enden der Spirogyren und vermuthete dieselbe in den Schleimfäden, in denen Nägeli sie später beobachtete, während Kützing sie für beide Fälle wieder in Zweifel stellt.

Die Ursache dieser kreisenden Strömung des Saftes vieler Pflanzenzellen ist wohl höchst wahrscheinlich in der gleichzeitigen lebhaften, aber chemisch verschiedenartigen Assimilationsthätigkeit der Häute dieser Gewebezellen und der in ihnen enthaltenen, Vacuolen genannten, Secretionszellen begründet.

Dafs letztere wirkliche Zellen und nicht mit Wasser erfüllte Höhlungen des schleimigen Zellsaftes sind, habe ich schon (*De cella vitali* 1843, 30—34; oben pag. 35—40. Bot. Zeit. 1848, 457; oben pag. 196 und Bot. Zeit. 1849, 361; oben pag. 208) durch deren Entwickelung verschiedentlich nachzuweisen gesucht und hier, wie ich meine, für die in den Conferven vorkommenden bewiesen.

Diesen beständig in lebhaftem Stoffwechsel und rascher Entwickelung und Umbildung begriffenen Zellen liegt augenscheinlich die Function ob, den von der assimilirenden Haut der Gewebezelle, welcher sie angehören, nach innen ausgesonderten, sowie auch den durch diese imbibitionsfähige und diosmotische Membran mechanisch aus der umgebenden Flüssigkeit durchgelassenen Antheil des Zellsaftes in neue, höher combinirte organische Verbindungen überzuführen. Für diese Annahme spricht die Thatsache, dafs die verschiedenen Bläschen, welche innerhalb einer Zelle enthalten sind, sehr verschiedenartige, in der Regel sämmtlich von dem flüssigen Inhalte der Zelle gänzlich verschiedene Stoffe enthalten.

Auf diesen Umstand habe ich schon in meiner Abhandlung „*De cella vitali*“ aufmerksam gemacht, indem ich die Entwickelung derjenigen Bläschen, welche Farbstoffe, Amylum, Oele etc. enthalten besprach, deren Zellennatur auch inzwischen meistens anerkannt worden ist.

Weshalb nun sollen die Bläschen, welche farblose Stoffe zum Theil in wässeriger Lösung enthalten (Zucker, Schleim, Dextrin? Celluline etc.) etwas anderes als Zellen sein? Ihre Haut hat ähnliche physikalische Eigenschaften wie die, welche als Zellhaut anerkannt wird; ihre Entwickelung ist die gleiche, sie vergröfsert sich gleichfalls, indem sich eine Wechelbeziehung ihrer eigenen sich vermehrenden Substanz mit ihrem Inhalte zu erkennen giebt.

Nur dasjenige Elementarorgan Zelle zu nennen, dessen Haut in irgend einem Entwickelungszustande die Reaction der Cellulose zu erkennen giebt, ist nicht gerechtfertigt, wie schon die eben besprochenen Conferven darthun, auch wenn wir uns nicht an die Zellen des thierischen Organismus erinnern [1]). Der Begriff der Zelle ist ein

[1]) Dieser irrthümlichen Annahme ist der unheilvolle Mifsgriff entsprungen, diejenigen Zellen, deren Haut noch nicht die Cellulosereaction erkennen läfst, nackte Zellen zu nennen. Die jüngsten Zustände der „nackten“

anatomischer, aus der Entwickelungsweise der Organisation ist er abzuleiten, nicht aus der chemischen Natur des Stoffes, welcher ihre Haut zusammensetzt.

Die in den Gewebezellen enthaltenen vergänglichen Zellen dienen ohne Zweifel dazu, alle für sie assimilirbaren Bestandtheile des Zellsaftes (ihrer Intercellarsubstanz) zu verarbeiten, um endlich, wenn sie diese Aufgabe erfüllt haben, selbst wieder verflüssigt und von anderen benachbarten ähnlichen Organisationen oder auch von der Haut ihrer Mutterzellen, als Nahrungsstoff verbraucht zu werden. Auch wird dies Produkt der Auflösung dieser Secretionszellen durch Exosmose(?) aus der Zelle hinausgeführt und in der allgemeinen Nahrungsflüssigkeit, welche die Zwischenzellräume, die äufsersten in der Resorption begriffenen Häute und die aus diesen entstandene Zwischenzellsubstanz der Gewebezellen durchtränkt, in entferntere Gegenden des Organismus geleitet, um zur Bildung und Entwickelung neuer Elementarorgane zu dienen.

Wenn wir alle diese verschiedenartigen, einfachen Organisationen auf Kosten des flüssigen Zellinhaltes in lebhafter Entwickelung und fortschreitendem Wachsthume begriffen sehen, so liegt die Vermuthung nahe, dafs dieser Zellsaft unter solchen Verhältnissen in den verschiedenen Regionen der Zelle nicht gleichartig sei, dafs vielmehr die an der Peripherie der Zellhöhe befindliche, von den assimilirenden Zellhäuten ausgesonderte Flüssigkeit von derjenigen physikalisch und chemisch verschieden sei, welche die Stickstoffverbindungen assimilirenden Bläschen umgiebt, und dafs sie wieder anders constituirt sei in der Umgebung derjenigen, welche sich kohlenstoffreiche Verbindungen aneigen.

Diese Annahme läfst eine Bewegung des in seinen verschiedenen Regionen gänzlich heterogenen Zellsaftes nur erklärlich erscheinen. Es ist die Bewegung, die Corti 1774 entdeckte, dieselbe, die wir noch heute für wunderbar erklären müssen, so lange wir die eigentliche Natur des Zellinhaltes nicht anerkennen, vielmehr glauben, dafs sich der Zellsaft in einen dichteren und in einen dünneren Antheil sondere: dafs letzterer in ersterem tropfenförmig eingebettet sei und dafs die dichtere, schleimige Flüssigkeit, ohne sich mit dem wässerigen Tropfen zu mischen, zwischen diesen circulire! Dies hiefse die nach 200 Jahren glücklich überwundene Ansicht Grew's über den Bau des Pflanzengewebes auf den der Zelle übertragen. (Keineswegs indessen will ich der Ansicht derjenigen beitreten, welche das Wesen der Organisation der Zelle darin suchen, dafs ihr Inhalt sowohl als auch ihre Membran jedes noch eine besondere Organisation habe: dafs eine gleichartige Flüssigkeit von einer homogenen Haut umhüllt, keine organisirte Zelle sei. Ich im Gegentheile sehe in einem solchen Bläschen das Prinzip aller Organisation ausgesprochen (*De cella vitali* pag. 64; oben pag. 71); dessen Natur freilich nicht an und für sich aus seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften, sondern nur aus seiner Entwickelungsfähigkeit zu erkennen und durch diese von einem äufserlich ähnlichen, aber auf mechanischem Wege entstandenen zu unterscheiden ist.)

Zellen sich endlich als hautlose Tropfen zu denken, führt zu der Ansicht Mirbel's über die Entstehung der Zellen zurück. — Wenn es für zahllose Fälle erwiesen ist, dafs die Zellen aus unmefsbar kleinem Zustande zu ihrer späteren Ausdehnung heranwachsen, wenn in vielen Fällen durch geeignete Mittel Zellen in solchen Flüssigkeiten nachgewiesen wurden, in denen man sie bisher nicht erkannte (vergl. pag. 392), so dürfte es ungerechtfertigt sein in anderen analogen Verhältnissen anzunehmen, eine Organisation bestehe aus Tropfen!!

Das aber ist zweifellos, dafs die Schleimfäden, an denen der Zellkern aufgehängt erscheint, der flüssige, oft schleimig körnige Inhalt der Gewebezelle ist, der sich zwischen ungefärbten, kernlosen Zellen in geringer Bewegung befindet. Die Form dieser Fäden ist daher ebenso veränderlich als die der Zellen selbst. Mit der vorschreitenden Vergröfserung der beiden im Zellkerne entstandenen Tochterzellen, oder der beiden grofsen farblosen Secretionszellen von den Enden der Zelle zum Mittelpunkte hin ändert sich dies Fadensystem continuirlich und deutet dadurch auf die Veränderungen hin, welche mit den anderweitig erkannten Zellen, deren Zwischenräume sie einnehmen, vorgehen.

X.

Entstehung neuer Gliedzellen. *a*) Durch Entwickelung innerhalb der tertiären Zelle. *b*) Durch Entwickelung der in den secundären Zellen enthaltenen Tochterzellen. Falten der Haut der Mutterzellen.

Bei den verschiedenen Arten der Gattung Spirogyra ist die Deutlichkeit, mit der man die eben erwähnten Veränderungen erkennt, denen die endogenen Zellen unterworfen sind, sehr verschieden und wie es scheint auch verschieden bei derselben Art in ihren verschiedenen Entwickelungsepochen oder bei verschiedenartigen Ernährungsverhältnissen.

Obgleich ich eine gröfsere Anzahl Spirogyren beobachtete, so sind es doch besonders die *Sp. nitida* und *orthospira*, an denen ich die Entwickelung der Kernzelle sah, die ich hier in einem allgemeinen Bilde zusammenfassen werde, welches im Einzelnen für jede Art, oder deren besonderen Entwickelungszustand, Modificationen erleiden mag, das aber das sichere Resultat herausstellt, dafs die Zellenvermehrung auch bei diesen Pflanzen, wie es kaum anders zu erwarten war, durch endogene Zellenbildung ausgeführt wird*).

Folgen wir zunächst den Veränderungen, welche an dem Zellkerne mit seinen Tochterzellen zu erkennen sind, so haben wir schon in dem Fig. 85 gezeichneten Entwickelungszustande eine Andeutung der in der Mutterzelle entstehenden Scheidewand durch die Abplattung der beiden den Mutterzellkern zwischen sich einschliefsenden Tochterzellen.

Die fernere Entwickelung dieses Zellencomplexes besteht in der Regel darin, dafs gleichzeitig mit der Resorption des Mutterzellkernes neue Zellen in den Tochterzellen entstehen, dafs letztere entweder in die Breite, und zwar in der Gegend ihrer centralen sich berührenden und abplattenden Wandungen, oder in die Länge sich ausdehnen und dafs zugleich ihre Mutterzellhaut (die ursprüngliche Zellkernhaut) allmälig unterzugehen scheint. An den nach den Enden der Mutterzelle gerichteten Wandungen der beiden Tochterzellen liegen ihre neuen Zellkerne; zwischen ihnen und der Scheidewand, welche durch die sich aneinanderlegenden Häute ihrer primären Zellen entstand, tritt gleichfalls ein System von Schleimfäden in der Richtung ihrer Radien auf, welches auf die Entstehung ähnlicher Secretionszellen in ihnen wie

*) Dafs nicht in den Gliedzellen allein, sondern auch in der Endzelle diese Neubildung stattfindet, bemerkt schon Hassal: History of the british freswateralgae 1845 und Annals and Magazine of Natural History vol. I pag. 431.

sie die Mutterzelle enthielt und zum Theil noch enthält, hindeutet; welche Zellen durch Einwirkung verdünnter Taninlösung und einiger anderer endosmotischer Flüssigkeiten zur Erscheinung zu bringen sind.

Von der verschiedenartigen Wachsthumsrichtung der beiden Tochterzellen, ob sie sich mehr in der ersten oder der zweiten angedeuteten Richtung ausdehnen, hängt sowohl die mehr oder minder grofse Entfernung der Zellkerne der Tochterzellen von der Mittellinie der Mutterzelle bei dem Auftreten der Scheidewand ab, als auch die Modificationen, in denen diese Scheidewand an der Oberfläche der Gliedzelle sichtbar wird.

Folgen die Tochterzellen anfangs mehr der zuerst bezeichneten Wachsthumsrichtung, d. h. wachsen sie mehr in die Breite, so erreichen ihre centralen abgeplatteten Wandungen die Oberfläche der Gliedzelle, während ihre freien, peripherischen, den Enden ihrer Mutterzelle zugewendeten Theile kaum eine halbe Kugelfläche bilden. Diese ihre gegenseitig abgeplatteten Wandungen erscheinen, bei ihrer Berührung mit der Wandung der Mutterzelle, als die neue Scheidewand.

Die Haut der secundären Zelle der Gliedzellen, sowie die ihrer inneren Oberfläche anliegenden Chlorophyllschläuche bedecken den äufseren Umkreis der Scheidewand, ja verdecken ihn selbst, wenn gerade ein Amylum- oder undurchsichtiges Chlorophyllbläschen über demselben liegt.

Dehnen sich dagegen die Tochterzellen anfangs nicht so sehr in dieser Richtung als zugleich auch in die Länge aus, so zwar, dafs ihre freie Oberfläche statt hemisphärisch zu werden mehr oder minder der Kugelform sich nähert, so treten die Erscheinungen ein, welche bisher gewöhnlich beobachtet und als der normale Vorgang gedeutet wurden.

Es senkt sich die secundäre Zelle leicht in diesem Zustande — in welchem die kleinen, den Zellkern umgebenden Secretionsbläschen in der Resorption begriffen sind, also leicht durch irgend welche diosmotische Vorgänge collabiren — mit den anliegenden Chlorophyllschläuchen, auf die mehr oder minder kugelförmigen, jedoch stets mit einem Theile ihrer Oberfläche aneinander abgeplatteten Tochterzellen herab und bilden die oft bemerkte Einsenkung, welche für die Vorstufe der Scheidewandbildung gehalten wird.

Dafs die faltenförmige Einsenkung nicht eigentlich zur Scheidewandbildung gehört, sondern nur bei einem weniger vollkommenen, nicht ganz regelmäfsigen Entwickelungsgange eintritt, geht daraus hervor, dafs sie vorzugsweise bei cultivirten Pflanzen, oder dann bei solchen, die an ihrem natürlichen Standorte wuchsen, vorkommt, wenn diese längere Zeit auf dem Objektträger verweilen und mit verschiedenen Arten von Wasser in Berührung kommen. (Bei fortschreitendem Verdunsten von nicht chemisch reinem Wasser wird continuirlich eine Aenderung der Beschaffenheit des Wassers eintreten; und gleichfalls leidet die Pflanze in destillirtem Wasser.

Ein geringer Grad dieser Einsenkung scheint jedoch auch bei den im Freien wachsenden Pflanzen vorzukomme; es ist dieselbe deshalb hier von Interesse, weil sie zu der Faltenbildung Veranlassung giebt, welche bisher als die Ursache der Zellenvermehrung angesehen wurde, wenn die Herabsenkung nämlich in dem Zeitpunkte eintritt, in welchem jede der beiden mehr oder minder kugelförmigen, mit ihrer peripherischen Oberfläche die grofse Secretionszelle berührenden und von dieser

in ihrem rascheren Wachsthume beengten Tochterzellen, mit dem noch freien Theile ihrer centralen Oberfläche sich vollends aneinanderlegen und so diese eingesenkte Haut zwischen sich einschliefsen.

Von der mehr oder minder vorgeschrittenen Berührung der Tochterzellen mit ihrer centralen Oberfläche zur Zeit dieses Vorganges hängt die Tiefe ab bis zu der die Falte der secundären Zelle in die entstehende Scheidewand eingeschlossen wird.

Schon durch eine Krümmung oder Einsenkung eines oder des andern Chlorophyllschlauches macht sich die Seite der Gliedzelle bemerkbar, an welcher die Verflüssigung der kleinen, um den Zellkern liegenden Absonderungszellen rascher vor sich geht, wie die gewöhnlich gleichzeitig mit ihr stattfindende Vergröfserung der benachbarten jungen Gliedzellen.

Nicht selten finden sich neu entstandene Scheidewände, die an einer Seite keine Spur einer Falte der Mutterzelle zwischen sich einschliefsen, die vielmehr die wohlerhaltenen Chlorophyllschläuche vollkommen deutlich auf ihrem Umkreise erkennen lassen (wie in Fig. 58*a* von *Sp. nitida* gezeichnet wurde [1]), während an der anderen Seite des Umkreises der Mutterzelle eine derartige Falte sich mehr oder weniger tief zwischen den beiden Platten der Scheidewand eingeschlossen findet.

Diese eingeschlossenen, später ohne Zweifel resorbirt werdenden Falten der Haut der secundären Zelle verdicken sich anfangs, an die pag. 395 und 399 beschriebenen Falten der Cladophora erinnernd, ebenso wie ihr peripherischer Theil, während die ihnen anliegenden Chlorophyllschläuche sogleich resorbirt werden.

Die alsbald eintretende Verdickung der Häute der Tochterzellen und ihre Verwachsung mit denen der Mutterzelle beginnt in den die Scheidewand bildenden Theilen schon vor der beendigten Resorption der sie umhüllenden Chlorophyllschläuche.

Ist die Resorption dieser Absonderungsstoffe sehr verlangsamt, so kann man an der mit endosmotischen Flüssigkeiten behandelten Gliedzelle, in gewisser Stellung, die neue, halb verdickte Scheidewand schon mit der Haut der Mutterzelle an jeder Seite vereinigt sehen, während sie unter den Chlorophyllschläuchen noch frei ist; in der Art wie es Fig. 74 und 75 an dem einen Schlauche zeigt.

Es kommen aber auch Erscheinungen vor, die dafür sprechen, dafs bei den Spirogyren nicht immer den Zellkernen allein, wie eben beschrieben, die Entwickelung zu neuen Gliedzellen zukommt, dafs vielmehr auch die beiden sehr grofsen Secretionszellen (Fig. 61 und 72) die Grundlage der neuen Gliedzellen sein können, welche sich in manchen Arten schon dadurch als den Gewebezellen verwandt charakterisiren, dafs sie schon wieder zwei gröfsere und oft viele kleinere Zellen einschliefsen.

In diesen beiden Absonderungszellen, welche sich allmälig so sehr vergröfsern, dafs sie endlich den ganzen Raum der Gliedzelle füllen, indem sich gleichzeitig die übrigen ihnen gleichwerthigen Zellen vermindern, finden wir demnach die beiden farblosen, rasch sich vergröfsernden und sich zu neuen Gliedzellen entwik-

[1]) Es ist dies eine Gliedzelle, in welcher die beiden die Scheidewand bildenden Tochterzellen aus einer mir nicht bekannten Ursache nicht vollständig zur Berührung gekommen, oder nicht in solcher geblieben waren, was ich öfter an cultivirten Pflanzen beobachtet habe und durch Zerrung derselben zur Zeit der Entfaltung der Gliedzellen her vorgebracht vermuthe.

kelnden Tochterzellen repräsentirt, die beim Oedogonium [1]) als solche, während aller ihrer Entwickelungsstadien, durch directe Beobachtung mit Sicherheit erkannt werden konnten.

Letzteres ist nun freilich bei den sehr hinfälligen Spirogyren bisher nicht gelungen [2]), weshalb man sich genöthigt sah, aus vielen einzelnen Beobachtungen ein zusammenhängendes Bild ihrer Entwickelungsweise zu combiniren, wobei man freilich um so leichter in Irrthümer gerathen kann, als das Studium der im Innern der Gliedzellen vor sich gehenden Entwickelung der farblosen Zellen durch Reagentien unterstützt werden mufs, deren Wirkungsweise auf alle einzelnen Theile der Zelle bisher nicht genügend bekannt ist.

Betrachten wir zunächst diejenigen Arten in deren gestreckten Gliedern Zellkerne wohl vorhanden sind, aber keine Tochterzellen zu erzeugen scheinen. Ist dies wirklich der Fall, so würden die neuen Gliedzellen in diesen Arten gesetzlich innerhalb der secundären Zelle der Gliedzelle entstehen.

In Fig. 74 ist eine Gliedzelle der Sp. Weberi dargestellt, welche durch die neuentstandene zarte, noch flache Scheidewand in zwei Hälften getheilt ist, während der Chlorophyllschlauch noch in vollständigem Zusammenhange der inneren Oberfläche der Mutterzelle anliegt, wie es oben von der *Sp. princeps* angeführt wurde. Beobachtet man einen solchen Zustand einige Stunden, so sieht man deutlich wie die Substanz des Chlorophyllschlauches, an der Berührungsstelle mit der Scheidewand seine grüne Farbe verliert und endlich vollständig resorbirt wird; in 4—5 Stunden ist dieser Vorgang bis zu dem Fig. 76 gezeichneten Zustande vorgeschritten, in welchem der Chlorophyllschlauch in zwei vollständig gesonderte Theile getrennt ist. Die Scheidewand zeigt zu dieser Zeit noch keine Andeutung von der später sich bildenden ringförmigen Falte.

Ohne Zweifel gehen mit dieser Resorption des Secretionsstoffes der Mutterzelle entsprechende Neubildungen in den Tochterzellen vor sich; diese zu beobachten, wie es beim Oedogonium geschah, gelingt jedoch nicht.

Eine wohl in den meisten jungen Gewebezellen sich wiederholende Erscheinung ist es, dafs die organisirten Secretionsstoffe, vorzüglich das Amylum und Chlorophyll, während ihres Wachsthums der inneren Wandung der Membran der secundären Zelle anhaften, welche dann gleichfalls noch in der Entwickelung begriffen ist. Später aber wenn eine lebhaftere Assimilationsthätigkeit auch von der bis dahin ruhenden Kernzelle, zum Zweck ihrer vor- oder rückschreitenden Metamorphose, übernommen wird oder wenn neben derselben sich Tochterzellen entwickeln, trennen sich die Secretionsbläschen von der Wandung der secundären Zelle, schwimmen in dem Zellsafte oder senken sich auf die in resorbirender Thätigkeit begriffenen endogenen Zellen herab, in deren flüssigem Inhalte zum Theil neue Absonderungszellen entste-

[1]) Auch erinnern sie an die grofsen hellen Zellen, welche bei der Gliedzellenvermehrung der Cladophora unter der dichten Schicht von Secretionszellen allmälig hervortreten.

[2]) Wird eine vollständig entwickelte *Sp. orthospira*? Naeg. (deren Copulation ich jetzt beobachtete, 1863) einige Stunden in kohlensaures Wasser gelegt, so sieht man die beiden bezeichneten endogenen Zellen stark ausgedehnt und nicht selten so aneinander geprefst, dafs dadurch eine der in natürlicher Entwickelung neuentstandenen ganz gleiche Scheidewand hergestellt ist; es ist jedoch dieselbe in diesem Falle nicht durch freie Entwickelung entstanden, sondern ein Kunstprodukt.

hen, die anfangs im Zellsafte schwimmen, später der inneren Oberfläche der secundären Zellhaut anhaften.

Die pag. 419 erwähnten Bläschen in dem Zersetzungsprodukte des Inhaltes der Mutterzelle und der Tochterzellen deuten auf eine solche gleichzeitige Regeneration der Secretionszellen mit derjenigen der endogenen Gewebezellen hin. Die Chlorophyll enthaltenden Bläschen sind jedoch nie gleichzeitig als Inhalt der Mutterzelle und auch der Tochterzelle mit Sicherheit nachzuweisen. Sie würden unter den vorausgesetzten Verhältnissen der äufseren und inneren Oberfläche der Tochterzellen-Häute, wie ich vermuthe, in der Art anhaften, dafs sie mit einander correspondiren.

Auch sprechen einige Erscheinungen dafür, dafs mit der gleichzeitigen Resorption des Chlorophylles der Mutterzelle in den vergröfserten und die Mutterzelle ganz ausfüllenden Tochterzellen (Fig. 74 und 76) dasselbe wieder neu gebildet wird; doch sind sie nicht hinreichend beweisend.

Gleichzeitig nämlich mit dem Resorbirtwerden des Chlorophyllschlauches oberhalb der neuen Scheidewand (Fig. 71) erkennt man neben dieser Stelle eine Neubildung von Chlorophylll, wodurch eine Verlängerung der getrennten Enden in der Art hervorgebracht wird, dafs das eine Ende mehr nach rechts, das andere mehr nach links gewendet an dem Umkreise der neuen Scheidewand hinwächst. Dieses neuentstandene Chlorophyll hat stets ein helleres Grün als der alte Schlauch und natürlich nicht die grofsen Amylumbläschen. Dafs es neuentstandene Theile sind ist evident, jedoch nicht zu unterscheiden ob es, wie wahrscheinlich, die Verlängerung eines innerhalb der Tochterzelle unter dem alten Schlauche liegenden neuen Schlauches ist, oder die unmittelbare Verlängerung des theilweise resorbirten selbst.

Läfst man auf die in der Scheidewandbildung begriffenen Zellen (74 und 76) verdünnte Glycerin- oder Chlorcalcium-Lösung einwirken, so treten Erscheinungen ein die denen, welche an der Zelle vor der Theilung (Fig. 78 und 79) beobachtet wurden, sehr ähnlich, ihrer Natur nach aber sehr verschieden sind.

In dem Fig. 78 und 79 gezeichneten Falle wird die zarte secundäre Zelle mit dem ihr innen anliegenden Chlorophyllschlauche über die beiden Tochterzellen wie pag. 418 beschrieben zusammengezogen und zerreifst endlich zwischen diesen beiden in der Mitte, gemeinschaftlich mit dem hier gleichfalls fadenförmig ausgezogenen Chlorophyllschlauche.

In dem Fig. 75 gezeichneten Entwickelungszustande sind es die secundären Zellen der zur neuen Gliedzelle gewordenen Tochterzellen — deren endogene Zellen noch ziemlich unentwickelt und von gleicher Gröfse sind — welche sich von ihren primären Zellhäuten trennen und über den ganzen festen Inhalt contrahiren, während ihr flüssiger Inhalt sich exosmotisch entleert.

Die Scheidewand ist vollkommen gleichförmig verdickt nur dort durchbrochen, wo der Chlorophyllschlauch liegt; nicht aber, wie es nach der Vorstellungsweise über die Scheidewandbildung durch eine ihren Inhalt einschnürende Kreisfalte der Haut der Mutterzelle sein müfsten, im Centrum der Scheidewand, sondern der Lage des Chlorophyllschlauches vor der Einwirkung jenes Reagens entsprechend, an der Peripherie derselben.

Man sieht dies besonders dann sehr deutlich, wenn die Scheidewand, welche

sich durch das Aneinanderlegen der endogenen Zellen bildete, den Chlorophyllschlauch dort berührt, wo in ihm eins der grofsen dickwandigen Amylumbläschen liegt, welches längere Zeit zu seiner Resorption bedarf. Denn trifft die Scheidewand den Chlorophyllschlauch an einer dünnen Stelle zwischen seinem festeren Inhalte, so wird er meistens während der Einwirkung des Reagens durch den Druck den dasselbe auf die Membran, der er anklebt, ausübt, zerrissen und man erhält dann ein der Fig. 77 ähnliches Bild.

Die mit der Scheidewandbildung zugleich eintretende Verdickung der primären Haut der Tochterzelle, wie auch die der secundären Haut der Mutterzelle, schreitet von der Scheidewand nach den Enden der Mutterzelle hin vor; daher tritt hier die auffallende Erscheinung ein, dafs dsr Chlorophyllschlauch, an den der Scheidewand abgewendeten Enden, von einer Membran bedeckt ist (Fig. 75 und 77), während er neben der Scheidewand (vor seiner Resorption) frei auf der Oberfläche der sich zusammenziehenden endogenen Zellen liegt.

Es erklärt sich dies wohl daraus, dafs die secundäre Haut der Mutterzelle, sowie die primäre Haut der Tochterzelle, in der unmittelbaren Nähe der Scheidewand, durch jene Reagentien nicht mehr contrahirt werden, da sie hier schon aus dem weichen und zähen Zustande in den compacten resistenten übergingen, wohl aber noch in einigem Abstande von dieser Scheidewand; daher sie an der Grenze dieser beiden verschiedenen Aggregatzustände zerreifsen.

Dieser weiche und zähe Zustand der Zellhäute ist, wie mir es scheint, charakteristisch für die Entwickelungsperiode, welche der Verdickung der Zellhaut vorhergeht. Vor diesem Uebergangszustande ist die Zellhaut zarter aber elastischer, darauf verliert sie die Elasticität, wird dicker, scheint aufgequollen fast gallertartig und dann verdichtet sie sich wieder und wird härter.

Ist die Resorption des Chlorophyllschlauches oberhalb der neuen Scheidewand beendet, welche nun wahrscheinlich nach den Enden der Mutterzelle hin fortschreitet — (während gleichzeitig die Veränderung der benachbarten Zellhäute und die Entstehung von neuem Chlorophyll im Innern der Tochterzelle vor sich geht) — so zeigt die Zusammenziehung der nicht verdickten Haut der Tochterzelle in Folge der Einwirkung verdünnter diosmotischer Flüssigkeiten wieder die gewöhnliche Erscheinung, indem die Trennung der Häute in der Scheidewand nicht in der Peripherie, sondern im Centrum zuletzt vor sich geht (Fig. 76 und 77). Sie hat dann grofse Aehnlichkeit mit derjenigen, wo die Mutterzelle noch gar nicht getheilt ist (Fig. 78, 79). Dort zerreifst jedoch die sich zusammenziehende Haut der Mutterzelle in der Mitte zwischen den beiden sich zusammenziehenden Tochterzellen, hier, falls ein Zerreifsen derselben überhaupt noch stattfindet, in der Nähe der Enden der Mutterzelle.

Wollte man diese Art Scheidewandbildung durch Faltenbildung erklären, so wäre hier anzunehmen, dafs die Falte der Häute der Gliedzelle von einer Seite zur andern den Zellraum durchwachse, indem sie stets von der dem Chlorophyllschlauche gegenüberliegenden Seite beginne und, sich an die gegenüberliegende Wandung anlegend, bei diesem ende (Fig. 74 und 75).

Es hat diese Annahme das gegen sich, dafs ich bisher nie eine solche hineinwachsende Falte an den beobachteten lang- und dünngliedrigen Arten erkannte, wohl aber sehr häufig die Scheidewandbildung in allen ihren Stadien überwachte, von dem

Moment an, wo sie als zarte, kaum meſsbare, quer durch die Zellhöhle gespannte Membran zu erkennen ist, neben welcher der Chlorophyllschlauch wie beschrieben in seiner ganzen Continuität liegt, bis zu dessen beendeter Resorption an der Grenze dieser inzwischen sich verdickenden Scheidewand.

Diese Scheidewandbildung mittelst Tochterzellen der secundären Gliedzellen kommt in den Spirogyren, welche in ihren Gliedzellen mehrere Chlorophyllschläuche enthalten, gleichfalls und vielleicht ebenso häufig vor, wie jene oben (pag. 426) beschriebene, durch die in der Kernzelle entstandenen Tochterzellen.

In beiden Fällen machen es die zu mehreren vorkommenden Chlorophyllschläuche möglich, sich mit vollständiger Sicherheit davon zu überzeugen, ob mit der durch endogene Zellen hervorgebrachten Scheidewand zugleich eine Faltenbildung der Mutterzelle stattgefunden hat oder nicht. Auch dann wenn die Tochterzellen der secundären Gliedzelle die neuen Gewebezellen bildeten, habe ich häufig gesehen, daſs alle Chlorophyllschläuche noch im vollständigen Zusammenhange über der neuen Scheidewand lagen.

Der Zellkern der Mutterzelle scheint bei dieser Vermehrungsweise der Gliedzellen stets resorbirt zu werden, während in den neuen Gliedzellen auch neue Zellkerne auftreten.

Auch diese Entwickelungsweise beobachtete ich vorzüglich an der *Sp. decimina* und *nitida;* die *Sp. orthospira* eignet sich weniger dazu wegen ihrer zartwandigen Chlorophyllschläuche.

Zu diesen Beobachtungen benutzte ich Objectträger aus sehr dünnem Glase, auf denen ich daher, indem ich sie umwendete, das Object ohne es aus seiner Lage zu bringen auch von der Rückseite mit stark vergröſsernden Linsen betrachten konnte.

Die Fig. 59—61 stellen Zustände der *Sp. nitida* während dieser Scheidewandbildung dar.

In Fig. 61 sind die beiden noch kernlosen Tochterzellen, durch verdünnte Glycerinlösung etwas contrahirt und von der gleichfalls zusammengezogenen Haut der secundären Mutterzelle bedeckt. Die Chlorophyllschläuche, die sich in dieser Periode häufig, aber nicht immer, an der Berührungsstelle der beiden endogenen Zellen fast horizontal, parallel der Scheidewand legen, sind hier, nach der Contraction der Tochterzellen, über den Zellkern ihrer Mutterzelle zusammengewickelt.

In Fig. 59 war bei *a* in der neuen von den Chlorophyllschläuchen allseitig bedeckten Scheidewand der Zellkern der Mutterzelle eingeklemmt und in der Resorption begriffen.

Fig. 60 ist ein etwas weiter vorgeschrittener Entwickelungszustand, die neue Scheidewand ist hier durch längere Einwirkung von kohlensaurem Wasser in die beiden Platten getrennt, deren Verdickung nicht von dem ganzen Umkreise, sondern von der einen Seite begann. Nach der Maceration dieser Zellen in Chlorcalcium-Lösung waren die noch nicht verdickten Theile der primären Zelle stark aufgequollen und wurden durch Jod tief veilchenblau gefärbt.

An denselben Exemplaren, so wie an den neben ihnen cultivirten, an denen ich auf diese Weise mit vollkommener Sicherheit die Vermehrung der Gliedzellen durch endogene Zellenbildung erkannte, beobachtete ich gleichfalls häufig nach innen gerichtete Kreisfalten der Gliedzellenwand, und noch mit weit gröſserer Klarheit

wie in den oben pag. 426 beschriebenen Fällen, da die Falten sich hier in der Regel durch bedeutende Dicke, welche nach dem centralen Rande gewöhnlich noch zunimmt, leichter unterscheiden liefsen.

In dem geringsten Grade dieser Faltung waren die kernlosen Tochterzellen etwa in dem Maafse entwickelt, wie es Fig. 61 darstellt; zwischen ihnen senkte sich die Wandung der secundären Haut der Gliedzelle mit den unverändert regelmäfsig anliegenden Chlorophyllschläuchen, so weit hinab, dafs sie eine ebenso tiefe als breite Falte bildete.

Das andere Extrem dieser Faltenbildung habe ich in Fig. 82 von einer Pflanze gezeichnet, die einige Zeit in kohlensaurem Wasser gelegen hatte; daher die Verdickung der primären Haut ihrer Gliedzellen. Die endogenen Zellen liegen hier in ihrer ganzen Breite nebeneinander und bilden eine vollständige Scheidewand. Zwischen ihnen eingeprefst befindet sich eine Falte der Wandung der Mutterzelle, die in diesem Falle nicht regelmäfsig von dem ganzen Umkreise aus in den Zellraum zwischen die Tochterzellen hineingewachsen ist, sondern nur zum Theil tief in denselben hineinragt, während ein anderer Theil des Umfanges unverändert geblieben ist. An diesem von der Faltung nicht betroffenen Theile sieht man die Chlorophyllschläuche, welche sich mit der Falte gleichzeitig verlängern, krümmen und biegen, wie wenn sie schon von einer mechanischen Einschnürung betroffen wären. Andere derselben sind, wie bei der normalen Scheidewandbildung, in Stücke getrennt. Eine solche Gliedzelle, von der vollkommen gefalteten Seite gesehen, kann leicht für vollständig getheilt gehalten werden, und mehr noch kann man durch die Lage der neuen Zellkerne getäuscht werden, wenn sie, wie in dem gezeichneten Falle, grofs und mit schleimig-körnigem Stoffe erfüllt, in jeder der beiden neuen Zellen nicht in der Mitte, wie in den oben pag. 426 beschriebenen Fällen, sondern an der neuen Scheidewand liegen und, in gewissem Abstande gesehen, wie ein durch die Falte durchschnittener Zellkern erscheinen.

Selten scheinen diese Falten (Fig. 82), wie bei der Cladophora, mehr oder minder tief frei in die Zellhöhle hineinzuragen, doch habe ich dies wiederholt auch an vollkommen gesund aussehenden Pflanzen, besonders der *Sp. orthospira*, beobachtet.

An kranken und absterbenden Pflanzen, deren Gliedzellen oft unverhältnifsmäfsig lang sind, kommen die Hautfalten in der Regel entwickelter vor, so dafs es fast scheint, es stehe die Entwickelung beider in gewisser Wechselbeziehung.

Am leichtesten kann man sich die Ansicht dieser Falten verschaffen, wenn man Spirogyren längere Zeit in kohlensaurem Wasser liegen läfst, bis alle endogenen Zellen der Gliedzellen zerstört sind. Es zieht sich dann bei Einwirkung verdünnter endosmotischer Lösungen, die Haut der secundären Zelle mit den ihr noch anliegenden Chlorophyllschläuchen von der primären eingefalteten Zellhaut leicht zurück und giebt ein Bild, welches in der That geeignet scheint, die Abschnürungstheorie zu bestätigen, würde man nicht durch die Entwickelungsgeschichte und Analogie enttäuscht.

Diese Falten, die in allen Abstufungen der Breite und Formverschiedenheit vorkommen, sind aber ebenso wenig dazu bestimmt, eine Vermehrung der Gliedzellen durch Verwachsung ihres freien centralen Randes auszuführen, wie diejenigen

der Cladophora, von denen ich manche monatelang unverändert beobachtet habe, was leider bei der Spirogyra nicht ausführbar ist, von der ich jedoch einzelne mehrere Tage hindurch, ohne eine Aenderung der Falte wahrzunehmen, beobachten konnte, bevor die Zelle abstarb.

Aus diesem Grunde ist es durchaus unzulässig, diese Zellhautfalten für Hemmungsbildungen von Scheidewänden zu halten, so lange nicht in einem einzigen Falle die Entstehung einer solchen Scheidewand durch Verwachsung der centraleu Ränder einer wirklichen Falte nachgewiesen ist: vielmehr nur beobachtet wurde, dafs unentwickelt bleibende Falten als Begleiter einer nicht ganz ungestört vor sich gehenden Entwickelung einzelner Zellen auftreten, während bei normaler Entwickelung der letzteren die neu entstehenden Scheidewände als endogene unzweifelhaft zu erkennen sind.

XI.

Zwischenzellstoff. Cuticula. Stoffmetamorphose der verschiedenen Häute einer Gewebezelle und deren selbstständige Formentwickelung ohne Einwirkung eines Primordialschlauches. Schichtenbildung der assimilirenden Zellmembran; Unterscheidung einer Zellhaut und Hautschicht. Arten und Ursachen der Formveränderung der ursprünglich structurlosen Zellhaut. Unhaltbarkeit der Lehre vom Primordialschlauch.

Zwei Ansichten stehen in der Histologie direct sich gegenüber: die endogene Zellenbildung und die der Zellentheilung; darin stimmen jedoch die Vertreter beider überein, dafs die Wände der entstandenen Zellen sich schichtig verdicken können.

Durch diese schichtige Verdickung, deren eigentliches Wesen freilich wieder sehr verschieden aufgefafst wird, erklären sich die Anhänger der Theilungstheorie nicht nur die an jeder einzelnen Zelle vorkommenden, in einander geschachtelten Membranen; sondern auch die allgemeine Hüllzelle des ganzen Organismus (die Cuticula), so wie auch die Zwischenzellsubstanz, soweit das Vorhandensein der letzteren überhaupt zugegeben wird.

Nach dieser Theorie mufs die äufsere Verdickungsschicht der ersten, frei entstandenen, die Grundlage des sich entwickelnden Organismus bildenden Zelle der Anfang der Hüllhaut sein; sie entsteht, während bei andauernder Volumenvermehrung der Zelle deren Hohlraum, durch Faltenbildung ihrer inneren Schicht (des Primordialschlauches), wiederholt in kleinere Fächer getheilt wird.

Jede dieser so entstandenen Zellen soll die sie zu einem zusammenhängenden Gewebe vereinigende Bindemasse, die Zwischenzellsubstanz, aussondern; ebenso wie die verschiedenen Schichten, aus welchen die Zellwand überhaupt besteht, von dem Primordialschlauche nach aufsen und innen ausgesondert ist.

Diejenigen Histologen dagegen, welche die Zellen nicht durch Abschnürung, sondern als selbständige Gebilde, frei im flüssigen Inhalte der Mutterzelle entstehen sehen und die sich davon überzeugt haben, dafs gleichzeitig mit den durch die Assimilationsthätigkeit der Zellhaut hervorgebrachten Anwachsschichten meistens eine theilweise chemische Umänderung derselben, und in vielen Fällen eine ihrer organischen Thätigkeit entsprechende Regeneration der Mutterzelle durch endogene Entstehung der Zwischenzellsubstanz in sofern ab, als sie die Anwachsschichten

nicht durch Aussonderung der ursprünglichen Zellhaut (des Primordialschlauches), sondern durch Intussusception in ihre Masse entstehen lassen. Auch sie nehmen an, dafs die ohne Zweifel in den Zwischenräumen der lebensthätigen Zellen vorhandene Zwischenzellsubstanz, die jeweilige äufserste Zellhaut oder Schicht einer Zellhaut sei; dafs aber diese in der Art durch ihre Assimilationsthätigkeit verändert sei, dafs sie der auflösenden Kraft der Nahrungsflüssigkeit, welche das Pflanzengewebe durchtränkt, unterliege und in die Masse dieses aufgenommen werde.

Jene Erklärung aber der Entstehung der Hüllhaut, *cuticula*, als Aussonderung der Epidermis, entspricht nicht den sichtbaren Eigenschaften dieses seit ihrem Entdecker Brongniart als zartes homogenes Häutchen bekannten Ueberzuges der Epidermis; denn sollten die Schichten der Zellwand und mit ihnen die *cuticula* nur durch Aussonderung der Zellen entstehen, so würde die homogene Beschaffenheit dieser Hüllhaut mit der ersten Theilung der Keimzelle verloren gehen, da sie nun von zwei, bald von vier und bald von vielen Zellen, endlich von der ganzen Epidermalschicht ausgesondert ist. Sie müfste vielmehr, dieser Entstehungsweise gemäfs, eine dem Umrisse der Epidermalzellen entsprechende Structur zeigen, wie sie auch wirklich der von Mohl als Cuticularschichten bezeichnete äufserste, den Epidermalzellen angehörende Ueberzug der Epidermis besitzt.

Soll die homogene, im Alter wohl schwach gekörnte oder gestreifte, aber keine zellige Structur zeigende Hüllhaut dennoch aus der ersten Aussonderungsschicht der ersten Zelle abgeleitet werden, so mufs man dieser ersten Aussonderungsschicht die Eigenschaft vindiciren, selbstständig Stoff aus der Umgebung sich anzueignen und da sie nirgend ihn vorbereitet findet, um nach Art des unorganischen Wachsens durch Apposition ihn zu ihrer Substanz hinzuzufügen, wird ihr die Eigenschaft zugestanden werden müssen, ihn aus heterogenen Stoffen selbst sich zu bereiten, gemäfs der ihrer eigenen Substanz innewohnenden chemischen Verwandtschaft.

Es wird also dieser ersten Aussonderungsschicht der ersten Zelle schon die Thätigkeit zugestanden werden müssen, die nur der innern Zelle, der sie vermeintlich ihr Dasein verdankt, zukommen soll. Sie selbst, diese Aussonderungsschicht, wird die Eigenschaften der assimilirenden Zellmembran besitzen müssen, sie wird nicht ein mechanisch ausgesondertes Educt des ausgeschwitzten Zellsaftes, sondern ein Theil eines organisirten Gebildes, die Haut einer selbständigen Zelle sein müssen, in der die eingeschlossenen Zellen entstanden.

Hiermit stimmt denn auch vollkommen das Ergebnifs des Studiums der Entwickelungsgeschichte dieses Organs überein, welche ich im Jahre 1848 in der botanischen Zeitung veröffentlichte. Oben pag. 203.

Ich fand damals, und wiederhole mit Leichtigkeit jederzeit den Versuch, dafs durch endosmotisch wirkende Flüssigkeiten (verdünnte Mineralsäuren, Zuckerlösung etc.) sich von den verschiedenen Entwickelungsstufen des im Embryonalsack befindlichen Keimlinges eine zarte structurlose Haut abheben läfst, deren jüngster Zustand mithin die Haut der Keimzelle ist und mit denselben Mitteln als äufserster Ueberzug aller noch cambialen Organe der sich entwickelnden Pflanze nachgewiesen werden kann.

Dem Einwande, dafs eine Zelle nicht bis zu der Ausdehnung sich vergröfsern könne, um eine ganze Pflanze zu überziehen, liegt die Idee des Wachsthums der

Zellhaut durch Apposition zu Grunde, mithin ist er nicht zutreffend, da die Zellhaut und ganz besonders die Cuticula, wie gesagt nicht durch Apposition sich vermehren kann, da die Materie, aus der sie besteht, sich nicht in der Umgebung aufgelöst findet.

Ein selbstständiges, in vielen Fällen durchaus unabhängig von der benachbarten Zellwand stattfindendes Wachsthum der Cuticula erkennt man mit Sicherheit an den pag. 397, Fig. 45 angeführten Beispielen.

Ganz gewöhnlich scheint freilich eine innige Wechselbeziehung zwischen der Cuticula und den benachbarten Zellen stattzuhaben, allein sie dürfte doch wohl kaum je als ein Erzeugnifs dieser aufgefafst werden können.

Wenn das Fehlen der Cuticula über dem Oberhautgewebe der Wurzeltheile, während sie an gleichaltrigen Stammtheilen vorkommt, auch eine solche Erklärung gestattete: so möchte die an letzteren sogleich nach Verletzung der Cuticula oder der sie vertretenden Cuticularschichten eintretende Korkbildung dennoch gerade die entgegengesetzte Behauptung zulässig erscheinen lassen. Wie ja auch in der That die Cuticula früher vorhanden ist als die Epidermis.

Die eigenthümliche Entwickelung der Häute der Oedogonien giebt gleichfalls einen ebenso auffallenden als interessanten Beleg für die wechselseitige Abhängigkeit benachbarter Zellen. Denn das wagerechte Einreifsen der Hüllhaut der Oedogonien ringsum über die angrenzende Falte der Gliedzelle ist nicht etwa nur dadurch zu erklären, dafs die sich ungewöhnlich verdickende Haut der Gliedzelle allen Nahrungsstoff selbst assimilire, daher für die Hüllhaut nichts aussondere. Es würde diese dann an dieser Stelle dünner bleiben müssen wie an den übrigen Theilen, was aber nicht der Fall ist. Im Gegentheil erscheint die Cuticula bis zu der Epoche des Zerreifsens überall ganz gleichförmig; ihrem Zerreifsen geht aber ein Zerfallen ihrer Substanz in sich vorher; es scheint fast, als werde sie in einen zerfliefslichen, schleimigen und in einen unlöslichen, körnigen Theil zerlegt, was besonders in den pag. 381 Fig. 25 beschriebenen Fällen, in denen eine Streckung der Gliedzelle nicht stattfindet, erkannt werden kann.

Die an den Spirogyren beobachteten Verhältnisse lassen selbst vermuthen, dafs vielmehr das Umänderungsprodukt der Hüllhaut als Nahrung für die benachbarte Membran der Gliedzelle diene.

Freilich haben die Spirogyren, wie vielleicht alle Conjugaten, keine eigentliche Cuticula [1]), die primären Häute der Mutterzellen vertreten indessen die Function [2]) derselben [3]), weshalb die Erscheinungen, welche diese darbieten, wohl als Analoga der Cuticularentwickelung gedeutet werden dürfen. Läfst man die *Sp. orthospira* einige Zeit in destillirtem Wasser vegetiren, so nimmt die sehr dicke Cuticularschicht fortwährend an Dichtigkeit ab, bis sie zuletzt, eine sehr dünne innerste Schicht ausgenommen, fast gänzlich verschwindet; in kohlensaurem Wasser geschieht dies noch rascher, in welchem dann gleichzeitig die primären Häute der Gliedzellen sich verdicken. Fügt man dagegen dem Wasser organische Verbindungen hinzu, so ver-

[1]) Auch die Oedogonien und die sich in ähnlicher Weise entwickelnden Pflanzen gehören hierher.

[2]) Das eigenthümliche Abgliedern eines ringförmigen Stückes der Oberhaut von zwei benachbarten Gliedern einer zerfallenden Spirogyra, das ich an der *Sp. orthospira* (Fig. 68c) und *Sp. nitida* beobachtete, zeigt durch seine Structur, dafs die Oberhaut den Cuticularschichten ähnlich entstanden, also keine Hüllhaut ist.

[3]) Vielleicht erklärt dieser Umstand das häufige Fehlen eines Wurzelorganes.

dichtet sich die Cuticularschicht augenscheinlich; die Gliedzellen hängen dann fester aneinander, während sie in jenem Falle sich leichter trennen.

Mir scheint die einfachste Erklärung für diese Erscheinungen nicht die zu sein, dafs die Cuticularschicht von den besser oder schlechter ernährten Gliedzellen mehr oder minder vollkommen regenerirt werde, sondern dafs sie vielmehr selbst die vorhandenen von aufsen und innen ihr gleichzeitig zufliefsenden Nahrungsstoffe assimilire und auf die inneren Zellen übertrage, oder, wenn jene Nahrungsstoffe fehlen, auf Kosten der eigenen Substanz das Nährgeschäft fortsetze und endlich an Atrophie untergehe, während die benachbarte Haut der Gliedzellen ungewöhnlich an Masse gewinnt.

Ebenso wird auch wohl die sich entwickelnde Hüllhautzelle bis zu ihrer vollständigen Entfaltung die Fähigkeit besitzen, die sie durchtränkende Nahrungsflüssigkeit zu assimiliren, bis sie endlich, je nach ihrer specifischen Natur, früher oder später, selbst dem assimilirenden inneren Gewebe, wenn auch nur als Oxydationsprodukt, als Nahrungsstoff dient.

Aehnliche Entwickelungsphasen wie die Hüllhaut haben nun auch die verschiedenen Häute und Hautschichten jedes einzelnen, das Zellgewebe zusammensetzenden Zellsystemes zu durchlaufen; das Verflüssigungsprodukt der äufsersten dient endlich den inneren noch lebensfähigen oder den in anderen Regionen des Organismus sich entwickelnden als Nahrungsstoff.

Seitdem wir wissen, dafs die durch Umwandelung der jüngsten, vielleicht stickstoffhaltigen Zellhaut gebildete Cellulosemembran sich während andauernden Stoffwechsels sowohl in Lignin, Xylogen, Korkstoff, Harz und Wachs, als auch in Bassorin, Gummi, Schleim und Zucker verändert, dürfte die Meinung: das Ziel und Ergebnifs des Stoffwechsels der Pflanzenzelle sei die Bildung von Cellulose, dahin zu modificiren sein, dafs viele, vielleicht die meisten Pflanzenzellen, diese chemische Beschaffenheit ihrer Haut als einen ihrer nothwendigen Entwickelungszustände zu durchlaufen haben — ein Zustand der von vielen derselben freilich kaum erreicht oder überschritten worden ist, wann der Organismus dem sie angehören schon seinen Lebenscyclus beendete — dafs aber auch in vielen Fällen die Cellulosezellhaut die sie durchdringende Flüssigkeit noch zu fernerem Stoffwechsel verwende.

Dazu gesellen sich andere, theilweise im Vorhergehenden mitgetheilte Fälle von selbstständigem Wachsthume von Zellhäuten und auch Cellulosezellhäuten, z. B. die eigenthümliche Faltenbildung der primären Haut der Oedogoniengliedzelle pag. 382, Taf. XXV, Fig. 49, welche gegen die Ansicht des Ausgesondertwerdens einer Zellmembran von der benachbarten sprechen.

Und nicht allein die Haut der primären Zelle erleidet chemische Metamorphosen und führt unabhängig von den benachbarten Zellhäuten eigene Formänderungen aus; gleiche oder sehr ähnliche Erscheinungen finden sich an der Haut der secundären Zelle als die aus ihr entstehenden „secundären Absonderungsschichten“: denn wären die unter dieser Bezeichnung bekannten Schichten der Zellhaut nur Aussonderungen auf der inneren Seite eines Primordialschlauches, so müfste derselbe nothwendiger Weise sichtbar sein, so lange man diese Schichten sich vermehren sieht.

Nie wird jedoch zwischen den sogenannten äufseren und inneren Absonderungsschichten eine Haut gefunden, die die Eigenschaften des Primordialschlauches besäfse; vielmehr bin ich durch vielfältige Beobachtungen belehrt, dafs die durch Jod gefärbt werdende Haut der secundären Zelle sich in ihrer zarten, elastischen Beschaffenheit nicht mehr findet, sobald die inneren sogenannten Aussonderungsschichten zur Erscheinung kommen, was anzunehmen bewog, dafs der Stoff selbst, welcher den Primordialschlauch zusammensetzt, sich in diese Verdickungsschichten umwandelte, indem er die Art und Weise seiner Thätigkeit änderte.

Um bei den vorliegenden Beispielen zu bleiben erinnere ich nur an die secundäre Zelle der Pollenmutterzelle der Althaea; man findet nie zwischen ihr und der primären einen Primordialschlauch und dennoch setzt sich lange ihr schichtiges Wachsthum fort.

Es giebt selbst Fälle die einen solchen Stoffwechsel der Membran schon an der Haut der tertiären Zelle (des Zellkernes) unzweifelhaft erkennen lassen, während diese Haut noch weit von der secundären Zellmembran entfernt ist.

In Fig. 16 zeichnete ich eine Zelle, wie sie in der Umgebung der Gefäfsbündel mancher Palmen (der Geonoma, Iriartea, Phönix etc.) vorkommen. In dem Zellkerne dieser fast cubischen Zellen sammelt sich oxalsaurer Kalk in kleinen Krystalldrusen an, wie dies in gleichwerthigen Zellen häufig geschieht. In diesen Zellen fand ich die Haut des Zellkernes, welche der Druse eng anliegt, in Cellulose verändert; ein Verhältnifs, das gewifs noch häufig sich finden wird.

Auch in den Kugeln des Oedogonium, Fig. 50b, zeigen alle Häute des ganzen Zellsystemes Cellulosereaction, was an den jüngsten Zellen derselben Pflanze nicht der Fall ist; hier mufs daher gleichfalls eine Veränderung der letzteren in Cellulose vor sich gegangen sein.

Die Art des Stoffwechsels, welchen die verschiedenen ineinander geschachtelten Zellen einer Gewebezelle nach und nach eingehen, ist abhängig von dem Orte, welchen diese Zelle im Organismus einnimmt, die Form jedoch, welche die Haut derselben während des Stoffwechsels annimmt, hängt nicht allein von dieser Stoffmetamorphose, sondern zum Theil auch von der Natur ihres Inhaltes ab.

Ist nämlich der Zellinhalt organisirt, besteht er wieder aus zelligen Bildungen, so üben diese in der Regel einen sichtbaren Einflufs auf die Form der Anwachsschichten aus.

Beide, der organische Inhalt, wie auch die durch ihn bewirkte Form der Verdickungsschichten geben Anhaltspunkte für die Beurtheilung der verschiedenen, das Zellsystem einer Gewebezelle zusammensetzenden Schichten.

Denn da ein solches Zellsystem nicht nur aus einer Anzahl von Zellen, sondern jede dieser wieder aus einer Anzahl von Anwachsschichten besteht, ist es oft schwierig, die eigentliche Natur einer Schicht zu erkennen, besonders wenn letztere, was nicht selten vorkommt, nur locker miteinander verbunden oder von chemisch ungleichartiger Beschaffenheit sind; oder wenn die Häute verschiedener endogener Zellen von gleichartiger Beschaffenheit oder aus anderen Gründen nicht voneinander zu unterscheiden oder zu trennen sind.

Hier gilt es als Regel, dafs die Anwachsschichten einer Zellwand nie orga-

nisirte Körper umhüllen; wo ein solcher vorkommt ist die nächst äufsere Haut die Haut oder innerste Hautschicht einer organisirten Zelle.

Die Anwachsschichten können zur Zeit der Resorption wohl durch flüssige Stoffe von einander getrennt sein, aber organisirte Formen umschliefsen sie nicht; dagegen enthalten manche endogenen Zellen des Systemes seiner Gewebezelle nur Flüssigkeit, die es schwierig macht sie als Zellen zu erkennen. Ganz gewöhnlich enthalten jedoch wenigstens die secundären und die nächst inneren Zellen organisirte Formen.

Wenn von diesem organisirten Inhalte der secundären Zelle — welcher aus Absonderungsstoffe enthaltenden Bläschen und häufig, wenn nicht die Zelle in Vermehrung begriffen ist, einem Zellkerne besteht — sich eins dieser Secretionsblächen auf Kosten der übrigen so sehr ausdehnt, dafs es die Gröfse der Mutterzelle erreicht, so wird die tertiäre Zelle (der Zellkern) und der übrige Inhalt zwischen den beiden, dann aneinanderliegenden Häute eingeschlossen, woraus sich die von Unger (Anatomie und Physik d. Pflanzen 1846, pag. 36) „wandständiger Zellkern" genannte Form ergiebt, welche Schleiden zu seiner oben angeführten irrthümlichen Ansicht über Zellengenesis verleitete. In saftig werdenden Früchten, sowie auch in den mit blauem, rothem und manchen Arten von gelbem Farbstoffe erfüllten Zellen entwickeln sich diese Formen.

Gewöhnlich ist aber das Verhältnifs ein anderes, indem die kleinen Secretionsbläschen (Chlorophyll, Amylum, Schleim etc.) während ihrer Entwickelung der inneren Oberfläche der Haut der secundären Zelle anhaften. Später, wenn sich diese Haut chemisch zu verändern und zu verdicken anfängt, werden diese Secrete resorbirt, die Bläschen entschwinden dem Auge, die Stelle der Zellhaut aber an der sie hafteten oder noch haften, verdickt sich nicht.

Das Studium der Entwickelungsgeschichte der porösen Zellen im Marke der Hoya carnosa, in dem Gewebe des Stammes der Langsdorffia, sowie dasjenige der porösen und leiterförmigen Holzzellen der Farrne u. a. m. leitete auf die Erkennung dieser Verhältnisse. (*De cella vitali* pag. 33, Tab. I, Fig. a—d; oben pag. 37. — Vegetationsorgane der Palmen, Tab. VIII, Fig. 1b; oben Taf. XI. — Bau der Cecropia, Nov. Act. vol. XXIV, Tom. I, pag. 88, Tab. XIII, Fig. 4; oben pag. 244. — Langsdorffia Nov. Act. vol. II, Tab. 63, Fig. 5.)

Damals war es mir entgangen, dafs schon Unger (Linnaea 1841, pag. 385 Taf. 5. Dagegen: Grundz. d. Anat. u. Phys., 1846, pag. 11 und 46) in seiner lehrreichen Untersuchung über die Entwickelung der Spiralgefäfse in der Wurzelspitze der Monocotylen zu einem ganz gleichen Resultate gekommen war. Unger beobachtete, dafs die jüngsten durch Verwachsung von Zellenreihen entstandenen Gefäfse eine schleimige Flüssigkeit enthalten, in welcher bald zahlreiche kleine Bläschen auftreten, die sich an die Gefäfswandung anlegen, welche sich später zwischen diesen Bläschen, und zum Theil spiralig, verdickt.

Ein Bild der spiraligen Verdickung der secundären Zelle geben gewisse, öfter erwähnte, krankhafte Zustände der *Spirogyra nitens*. Wenn diese Pflanze einige Zeit in kohlensaurem Wasser gelegen hatte und dann in reines Wasser oder in eine sehr verdünnte Lösung endosmotischer Flüssigkeiten gebracht wird, so trennen sich die

Chlorophyllschläuche in Folge der Diosmose von den aufgequollenen secundären Zellwänden, wie in Fig. 65 und 66 dargestellt. In diesen jetzt gallertartig-schleimigen Häuten hinterlassen sie rinnenförmige Vertiefungen, da die Haut an den zwischen ihnen befindlichen Stellen wahrscheinlich durch die hier ungehinderte Diffusion stärker verdickte. Die Erscheinung geht bald vorüber, da die Haut sich durch Quellen und, wie es scheint, Verfliefsen im Wasser zu verändern fortwährt.

Ein anderes Bild, gleichfalls spiraliger Anordnung, erhält man zuweilen bei der oben pag. 393 erwähnten Veränderung des Zellinhaltes der Mougeotien in Tanninlösung. Hier liegen die Secretionszellen nicht der Wandung an, sondern erfüllen den ganzen Zellraum [1]).

Beides sind vielleicht Typen der in der Natur wirklich ausgeführten, sehr schwierig zu beobachtenden Spiralbildung, die in jedem Falle durch Verdickung der Zellhaut zwischen anliegenden endogenen Bläschen vor sich geht, in der Art wie die oft beobachteten leistenförmigen Vorsprünge an den secundären Pollenmutterzellen pag. 312 zwischen den Pollenzellen entstehen, deren eigene später verdickende Häute dann die Fortsetzung dieser Leisten zu sein scheinen.

Wahrscheinlich ist es, dafs die porösen Wände theils, wenn auch selten, durch blofse Falten, theils durch ähnliche Verdickung wie von der Spirogyra beschrieben, theils aber dadurch entstehen, dafs nicht nur die Haut der Mutterzelle verholzt, sondern theilweise auch die Häute der ihr anliegenden Bläschen; in der Art wie die netzige Oberhaut der Sporen und Pollenzellen, so wie die einfache Zellenschicht, welche die Saamenschale der Orchideen, Burmanniaceen, Gentianeen etc. bilden.

Dafs die Entstehung der aus Spiralzellen zusammengesetzten Gefäfse, welche als die ersten Gefäfse in dem cambialen Gewebe der Wurzelspitze, und demnach wohl ohne Zweifel auch der Knospen des Stammes und der Aeste, durch Fülle dieses Gewebes an organischen Stickstoffverbindungen befördert wird, zeigten mir Versuche mit Wurzeln von Iriartea [2]); und dafs auch diese Verbindungen, indem sie

[1]) In *Sp. nitida* beobachtete ich einmal (im Mai) eine merkwürdige Schraubendrehung einer zwischen eine Reihe endogener Zellen eingedrungenen Hautfalte. Diese Zellen waren kürzer, aber besonders die mittleren weiter geworden als die oben und unten angrenzenden normalen Gliedzellen. Einen Kern bemerkte ich nicht in ihnen und was das Auffallendste war, sie lagen nicht wie gewöhnlich mit horizontalen, sondern mit c. 40° geneigten Endflächen neben einander. Die Haut der secundären Mutterzelle bildet eine nicht tief, aber überall gleichförmig zwischen gewissen Berührungsflächen dieser Zellen hineinreichende Falte, so dafs sie eine vollkommene Spirale (Schraubenlinie) herstellte. Die Oberfläche dieser endogenen Zellen wurde von vier neben einander liegenden, mit jener Hautfalte parallel laufenden Chlorophyllschläuchen bedeckt. — Während der Betrachtung contrahirten sich die Chlorophyllschläuche über die bald zerfliefsenden endogenen Zellen; nur die in vier regelmäfsigen Windungen die lange bauchige Zelle umkreisende Hautfalte conservirte sich als Zeuge der flüchtigen Erscheinung. — Wegen des seltenen Vorkommens halte ich diese Organisation für eine Mifsbildung, aber geeignet, die Verwandtschaft des Ring- und Spiral-Gefäfses zu erläutern.

[2]) Vegetationsorgane der Palmen, 1847, pag. 73: In Wurzeln, die acht Tage mit der Spitze in Lösungen von humus- und huminsaurem Ammoniak gestanden hatten, waren die Spiralfasern bis nahe in die Spitze, bis zum Cambium, verlängert: die Zusammensetzung derselben aus Spiralzellen war hier besonders deutlich zu erkennen. —

In vielen Stengeln und Blättern finden sich Bildungscentra (Knoten), in denen die Zellenbildung länger andauert und von denen die Verholzung der Zellen und ihre Vereinigung zu Gefäfsen ausgeht. In diesen Knotenpunkten, sowie in nicht gestreckten Zwischenknoten, scheint die Vereinigung der Zellen zu Gefäfsen oft spärlicher als in den gestreckten Pflanzenorganen; und in letzteren werden häufig die zuerst im Cambium auftretenden, meist sehr engen, häufig aus Gliedern zusammengesetzten Spiralgefäfse und verwandten Organe bis zur völligen Entfaltung des

die Menge der endogenen zelligen Gebilde vermehren, die schraubenförmige Lagerung des organisirten Zellinhaltes im allgemeinen zu veranlassen scheinen, lassen die pag. 415 angeführten Beobachtungen über die Lage des Chlorophyllschlauches der Spirogyra vermuthen.

Directe, auf diesen Punkt gerichtete Versuche werden hier Aufklärung verschaffen.

Einige von mir beobachtete rückschreitende Metamorphosen von Porengefäfsen scheinen mir zur Bestätigung der von Unger und mir gemachten Untersuchungen über den anatomischen Bau derselben dienen zu können.

Die Wandungen der mit Korkzellen angefüllten, porös verdickten Zellen und Gefäfse werden, wie pag. 371 beschrieben, in der Weise resorbirt, dafs die äufseren Membranen zuerst verschwinden, was besonders deutlich an den stark verdickten Zellen der Markscheide erkannt werden kann, deren Häute kurz vor der völligen Verflüssigung, als die innersten letzten Schichten, bedeutend grofse Poren haben (Fig. 15).

Unter diesen Verhältnissen erkennt man an den in Resorption begriffenen Wandungen der porösen Gefäfse nicht selten eine Structur, die der Entstehung dieser Poren als Folge des Anhaftens von Bläschen an der inneren Oberflähe der später porös verdickten Zellhaut entspricht.

In Fig. 6 ist ein Stückchen einer solchen Wandung stärker vergöfsert gezeichnet; sie besteht aus fast wagerecht aneinander gereihten, in einer Zwischenzellsubstanz eingebetteten, ringförmigen Körpern, zwischen denen sich ein gleichförmiges, mit ihnen durch die Zwischenzellsubstanz verkittetes Band hinzieht.

Diese ringförmigen Körper als kleine Zellen zu betrachten, welche ringsum stark, oben und unten schwach verdickt sind, dafür spricht, abgesehen von der anderweitig erkannten Entwickelung der porösen Häute, das ähnliche Aussehen der oben genannten Saamenschalen etc. Das zwischen ihnen sichtbare Band ist die zwischen den kleinen ihr anhaftenden Bläschen leistenförmig nach innen verdickte Haut der secundären Zelle; hier trennt es sich leicht in spiraliger Richtung von den ringförmigen Körpern, die sich hin und wieder einzeln herauslösen, da die ursprüngliche äufsere Platte, von der es hervorwuchs und an welcher die jetzt ringförmig verdickten Bläschen hafteten, fast völlig resorbirt ist.

Von jenen Saamen- und Pollenhäuten unterscheidet sich der Bau dieser Gefäfswandungen dadurch, dafs bei jenen die Zellen unmittelbar nebeneinander liegen, eine zusammenhängende Gewebeschicht bildend, hier die kugeligen oder gestreckten Bläschen entweder völlig getrennt sind, oder gewöhnlich nur in einer Richtung einander berühren, zuweilen vielleicht selbst miteinander sich vereinigen.

Seit Mohl's gründlicher Arbeit über den Bau der Zellmembran ist es bekannt, dafs selbst ungleichförmige Verdickungsschichten an den eine Gewebezelle zusammensetzenden Häuten vorkommen. Diese auffallende Erscheinung ist einfach

Pflanzentheiles schon wieder resorbirt, was zuerst von Trecul (*Ann. sc. nat.* 1845) nachgewiesen wurde. Dafs diese Gefäfsglieder vieler Cryptogamen und Nothocarpeen (Gymnospermen R. Br.) geschlossene Enden haben, geht aus Mettenius' Untersuchungen hervor (Abhandlungen der sächsischen Gesellsch. der Wissensch. 1860). Die äufseren Glieder dieser Gefäfse sind meistens einfache Zellen.

dadurch erklärbar, dafs die heterogenen Häute verschiedener ineinander geschachtelter Zellen solche Gewebezellen bilden.

Ueberdies erscheint fast gesetzmäfsig die äufsere, primäre Zellhaut, abgesehen von der gewifs sehr verbreiteten spiraligen Textur, homogen, während sehr häufig die Haut der secundären Zelle eine eigenthümliche Structur hat, die tertiäre dagegen dort, wo sie die Gröfse der secundären erreichte, gleichfalls structurlos ist (vergl. Taf. X, Fig. 2 a. b).

Die Ursache dieses bekannten Factums, sowie des ihm gleichbedeutenden Vorkommens organisirter Bildungen in einer der endogenen Zellen, während eine andere nur flüssigen Inhalt hat, ist bisher nicht erkannt worden.

Das häufige fast gesetzmäfsige Fehlen organisirter Körper im Inhalte der primären Zelle und eigenthümlicher Verdickungsformen ihrer Haut verweist uns auf deren Entwickelungsgeschichte um zu entscheiden, ob diese homogene äufsere Haut der Pflanzenzellen die Haut der primären Zelle des Zellensystemes sei, wofür ich sie halte, oder nur die erste structurlose Anwachsschicht der später in anderer Form verdickenden, zweiten inneren Zellhaut. Letztere würde dann in Bezug auf jene als Primordialschlauch betrachtet werden können, wäre nicht von Mohl für diese Bezeichnung ein anderer Begriff (pag. 366) festgestellt worden.

Die oben angeführten Beispiele völlig unabhängiger Gestaltung benachbarter endogener Zellen (pag. 397, Fig. 45 und 49) sprechen nicht zu Gunsten der letztbezeichneten Anschauungsweise, und jedenfalls würden — wenn es überhaupt zulässig wäre, gegen die von dem Gründer dieser Lehre aufgestellte Begriffsbestimmung, die am spätesten ihre ursprüngliche Eigenthümlichkeit aufgebende Schicht der Zellwand Primordialschlauch zu nennen — in jedem Zellsystems nicht ein, sondern so viele Primordialschläuche angenommen werden müssen, wie ineinander geschachtelte Zellen vorhanden sind [1]) (z. B. Fig. 51 und 52, 80—85).

Es würde dann die von mir gebrauchte Bezeichnung „eines aus ineinander geschachtelten Zellen bestehenden Zellensystemes“ für die Gewebezelle in „eine aus ineinander geschachtelten Primordialschläuchen bestehende Gewebezelle“ umgeändert werden können.

So wie der Organismus die vollständige, gesetzmäfsige, endogene Entwickelungsreihe und das harmonische Nebeneinanderwirken aller seiner Elementarorgane zu der vollkommenen Entfaltung seiner typischen Form und seiner Functionen verlangt, so beruht der normale Bau und die Thätigkeit jedes dieser Elementarorgane auf der ungestörten Entwickelung aller jener in inniger Wechselbeziehung zueinander stehenden einfachen Organisationen: der in fortdauerndem Stoffwechsel begriffenen, mit structurloser sphärischer Hülle und heterogenem, unorganisirtem Inhalte begabten, in dem bildsamen Safte der Mutterzelle entstandenen Zellen.

Nur in der Dauer der Wechselwirkung des Inhaltes und der Hülle, dieser beiden continuirlich sich umändernden Bestandtheile der Zelle hat deren Organisation Bestand. Absoluter Stillstand in dem Stoffwechsel aller seiner Theile fällt mit dem Ende der organisatorischen Thätigkeit des Organismus zusammen.

[1]) H. Karsten, *De cella vitali*, 1843, pag. 36: „*In veris glandulis hic cellarum formationis processus saepius repetitur, interdum — — quinque generationes endogenas inveni, ut a nucleolo usque ad jam duplicatam cellae maternae parietem septem membranae fuerint. Tab. I, Fig. VI* (hier Tab. I, Fig. 13).

Die entgegenstehende darin ausgedrückte Idee, dafs das Secretionsgebilde die Cellulosemembran, wie die Kalkschale das Haus der Schnecke, so das Kämmerlein in welches sich das Pflanzenleben zurückziehe, das Haus der Pflanzenzelle, später ihr Sarg sei [1]), — würde, wenn sie Raum gewänne, der Wissenschaft Leichentuch werden.

[1]) Braun, Verjüngung, 1850, pag. 166.

Eine in Zarnke's literarischem Centralblatt, 1863, pag. 195 erschienene Critik dieser Abhandlung von W. Hofmeister spricht sich folgendermaafsen über dieselbe aus:

— — Zu jenem Wirrsal gehört auch des Verfassers vor mehr als 20 Jahren vorgetragene Ansicht, alle vegetabilischen Zellen träten als äufserst kleine „punktförmige" Bläschen *) im Innern anderer Zellen an; von diesen Zellchen wüchsen entweder eine oder mehrere allmählig zur Gröfse der Mutterzelle heran, deren geformter Inhalt dabei verflüssigt und verdrängt werde. Wenn mehrere Tochterzellen in solcher Weise in den Raum der Mutterzelle sich theilten, dann habe dauernde Vermehrung der Zahl der Zellen eines Gewebes stattgefunden. Sehr häufig aber entwickele sich nur eine secundäre Zelle zur Gröfse der Mutterzelle, kleide deren Innenwand aus und lasse sich durch wasserentziehende Mittel von diesem lösen. Diese eine Beobachtung, die sich auf das von Mohl kurz darauf mit dem Namen des Primordialschlauches belegte Gebilde bezieht, hat Anlafs zu mehrfachen Citaten der Dissertation gegeben, in welcher K. seine Ansichten niedergelegt hatte. Die zahlreichen Beobachter, welche seither die Lehre von der Zellenvermehrung förderten und ausbauten, haben im Uebrigen auf K.'s Ansichten keine Rücksicht genommen **). Die unschwer zu machenden Wahrnehmungen waren so handgreiflich unvereinbar mit jenen, dafs eine eingehende Discussion überflüssig erscheinen mufste. Man durfte nach Verlauf so vieler Jahre wohl annehmen, dafs gleich der übrigen botanischen Welt auch der Autor jener Vorstellung von ihrer Unhaltbarkeit sich überzeugt und sie vergessen hätte. Mit um so gröfserer Ueberraschung mufs das Erscheinen dieser „histologischen Untersuchungen" betrachtet werden. Ihr Zweck ist kein anderer, als die Darlegung der vollsten Berechtigung der alten K.'schen Lehre, deren Hauptzüge wir eben andeuteten. Mit einer grenzenlosen Unbefangenheit geht der Verfasser an das Unternehmen, dafs die zahlreichen Beobachter ersten Ranges, die in den letzten beiden Jahrzehnten diese Frage mit einem selten vorher an eine Aufgabe der beschreibenden Naturwissenschaft gesetzten Aufwande von Fleifs, Geduld und Scharfsinn bearbeitet haben, dafs diese alle der Nachlässigkeit sich schuldig gemacht hätten, just den Hauptpunkt des studirten Vorganges zu übersehen, das Auftreten der Tochterzellen in der sich vermehrenden Zelle als punktförmiges Bläschen, das allmählige Heranwachsen derselben, die Verdrängung und Auflösung des geformten Inhaltes, die Neubildung solchen Inhaltes in den Tochterzellen. Die Leichtfertigkeit des Verfahrens im Einzelnen bei seiner Beweisführung entspricht der Keckheit des Unternehmens überhaupt. Eine Vacuole im Protoplasma ist eine junge Tochterzelle, wo es dem Verfasser pafst ***). Die Klumpen, in welche das Protoplasma unter Wasser zerschnittener, grofser Zellen sich zu ballen pflegt (?), sind junge endogene Zellen †). Die semmelförmig eingeschnürte Form des durch langsam Wasser entziehende Mittel contrahirten Primordialschlauches von Spirogyrenzellen ist ein Uebergangszustand zur Scheidewandbildung ††). Wir würden spät enden, wenn wir alle Einzelheiten aufführen wollten; es sei genug. Die Schrift nimmt einen Standpunkt ein, der dem der Schinz'schen Versuche zur Umgestaltung des Kopernikani'schen Weltsystems nicht unähnlich ist.

*) Pag. 70 und 365 sage ich *„cella parva puncto simillima vesicula apparet"*, weshalb betont Hofmeister seine unrichtige Uebersetzung?

**) Dagegen Jessen: Botanik der Gegenwart und Vorzeit, 1864, pag. 448.

***) Man verglsiche gefälligst pag. 376 Taf. XXIII, 21—29.

†) Man vergleiche pag. 390 Taf. XXIV.

††) Man vergleiche dagegen pag. 426.

Man sieht, der Critikus ist, wie das eine herrschende Schule zu sein pflegt, von der Unfehlbarkeit seiner Ansichten so vollständig überzeugt, dafs er es für überflüssig hält, die von mir gegebenen Beweise der Nichtigkeit dieser adoptirten Meinung zu prüfen; darin ganz ähnlich den von ihm citirten Gegnern des Kopernicus, die sich gleichfalls auf das von Anderen ihnen überkommene, durch den äufseren Schein erzeugte Vorurtheil stützten.

Entwickelungserscheinungen der organischen Zelle.

Taf. II. a.

(Poggendorff's Annalen 1863)

Die Physik der Entwickelung und des Lebens der Zelle ist als die Basis der gesammten Anatomie und Physiologie die nächste gemeinschaftlich zu lösende Aufgabe dieser beiden Wissenschaften.

Seit Schwann es aussprach, dafs ebenso wie die Pflanzen auch die thierischen Gewebe aus ursprünglich gleichgeformten Zellen bestehen oder entstanden seien, stellt sich überdies die Aehnlichkeit der Functionen dieser Zellen im Thier- und Pflanzenkörper mehr und mehr heraus.

Eine klare Anschauung sämmtlicher physikalisch-chemischer Erscheinungen, aus denen die Lebensvorgänge zusammengesetzt sind, wird aber erst angebahnt werden durch die genaueste Kenntnifs der Entstehung und des Wachsthums der Zelle.

Die Formenelemente aus denen diejenigen Zellen bestehen, welche das organische Gewebe aufbauen, sind durch vielseitige Beobachtung erforscht worden, seitdem R. Brown [1]) auf den in vielen Zellen enthaltenen Kern aufmerksam machte und von mir nachgewiesen wurde, dafs die bis dahin für einfach gehaltene Haut der Gewebezellen aus verschiedenen ineinander geschachtelten, endogenen Zellen bestehe [2]).

Das Hauptaugenmerk ist jetzt auf die physikalischen und chemischen Veränderungen dieser Formenelemente der Zelle während ihrer Entwickelung und Vermehrung zu richten, um durch das Verständnifs dieser Erscheinungen auf die Gesetze geführt zu werden, welche der Entstehung und dem Wachsthume der Organe und der Organismen zu Grunde liegen und in ihrer Gesammtheit die Lebenserscheinungen derselben ausmachen.

Das neueste und verbreitetste Lehrbuch über die Gewebe des menschlichen Körpers (Kölliker 1862) spricht sich über die Bedeutung der verschiedenen Formenelemente der Gewebezellen für das Bestehen und die Thätigkeit derselben dahin aus, dafs

1) die (äufsere) Zellhülle dem flüssigen Inhalte der Zelle nur als Schutz diene (S. 39), wenn sie nicht auch in gewisser Weise an den Lebensvorgängen

[1]) Transactions of the Linnean Society, 1833.

[2]) De cella vitali, 1843.

derselben Theil nähme, was sich durch Aenderung ihrer chemischen Beschaffenheit kund gäbe (S. 36); dafs

2) das flüssige Cytoblastema (Zellsaft) der vorzugsweise lebende Theil der Zelle sei (S. 39); dafs

3) der Zellkern die Hauptrolle bei der Zellenbildung spiele (S. 26).

Dieser letzte Satz in dem Sinne aufgestellt, dafs „die Lehre von einer freien Zellenbildung in einem Cytoblasteme als beseitigt betrachtet werden kann (l. c. S. 28): dafs Zellenbildung also stets mit Zellenvermehrung zusammenfällt, indem dieselbe überall als das Produkt der Theilung einer Mutterzelle vermittelst Faltenbildung und Abschnürung ihrer inneren Haut (des Primordialschlauches) angesehen wird; wobei indessen Kölliker nicht unterläfst zu erinnern, dafs sich dieser (l. c. S. 29 schematisch gezeichnete) Vorgang „allerdings noch nicht mit aller wünschbaren Bestimmtheit hat beobachten lassen“.

Diese mit der herrschenden aber unbegründeten Anschauungsweise über Bildung und Thätigkeit der Pflanzenzelle harmonirenden Grundlehren der Histologie des thierischen Körpers haben sich nun auch im Pflanzenorganismus nicht mit der nothwendig zu fordernden, überzeugenden Klarheit bestätigen lassen. Vielmehr hat die Entwickelungsgeschichte folgendes gelehrt [1]:

„In den Fällen, die als sichere Beweise für eine Zellenvermehrung durch Abschnürung angegeben wurden, bewirken Tochterzellen, welche frei im flüssigen Inhalte der Zelle entstehen, ihre Vermehrung, und durch Vergröfserung dieser Tochterzellen wird die Theilung des Lumens der Mutterzelle vermittelst Scheidewände ausgeführt.“

„Die Haut der Gewebezellen ist nicht einfach, sondern besteht aus mehreren ineinander geschachtelten, nicht selten durch Entfaltung einer Kernzelle von Innen heraus sich regenerirenden Zellen, deren jede selbstständig ihren eigenthümlichen Entwickelungsgang durchläuft.“

„Die Faltung der Häute der Zellen bewirkt in den wenigen Geweben, wo eine solche überhaupt bisher wirklich gesehen wurde, nicht eine Entstehung neuer Zellen, sondern ist nur eine die Zellenvermehrung passiv begleitende Erscheinung.“

„Der sogenannte Zellkern ist eine entwickelungsfähige, aber häufig in der Entwickelung unterdrückte Kernzelle, neben oder innerhalb welcher, zum Zwecke der Vermehrung des betreffenden Zellindividuums, zwei (oder mehrere?) neue Zellen (Zellkerne s. d.) auftreten können.“

Neben der von Mirbel aufgestellten, von Mohl vertheidigten Ansicht eines centripetalen Scheidewand- oder Faltenwachsthums der Zellhaut und einer dadurch verursachten Theilung des flüssigen Zelleninhaltes, dessen Oberfläche, wie Mirbel angab, dann zu einer festen Schicht, der besonderen Haut des abgeschnürten Zelleninhaltes, erhärte: neben dieser ersten auf unvollständigen Beobachtungen gegründeten Zellenbildungstheorie und ihr zum Theil entgegen stellte später Schleiden seine eigenthümliche Lehre über die Function der ruhenden Kernzelle, des von R. Brown zuerst bemerkten „Zellkernes“ auf, die in langsam sich entwickelnden Zellen häufig vorkommt.

[1]) De cella vitali, 1843, und Histol. Untersuchungen, 1862.

Vorzüglich diese von Schleiden der Kernzelle untergelegte Bedeutung hinderte den Fortschritt in der Erkenntnifs der Zellenentwickelung. Seine Anhänger lebten sich so hinein in die Ansicht, dafs die Kernzelle ein stabiles, auf den flüssigen Zellinhalt catalytisch wirkendes Bildungscentrum der Zelle sei, welches die ihn umgebende Flüssigkeit zu häutigem Niederschlage in seinem Umkreise erhärte: dafs selbst diejenigen, welche sich den ganzen Organismus durch Vervielfältigung der ersten frei entstandenen Eizelle nach Mirbel's Vorgange vermittelst centripetalen Faltenwachsthums ihrer Haut aufgebaut denken, diesen „Zellkern" als Ausgangspunkt bei dieser gedachten Art von Zellenvermehrung betrachten.

Ihn lassen sie vor dieser Faltung, in gleicher Weise wie die Zellhaut selbst, durch Abschnürung sich theilen und dann die Theilzellkerne durch die sich faltende und einschnürende innere Haut der Mutterzelle mit weiten Hüllen als den Häuten der neuen Zellen sich umkleiden.

Diese Vermehrungsart der Kernzelle (Zellkerne) findet aber ebenso wenig statt, wie die durch Einschnürung bewirkte Vermehrung der Mutterzelle.

Die sogenannten Abschnürungen der Zellkerne gehören formell mit den sogenannten sprossenden Zellen in dieselbe Kategorie. Letztere Formen werden hervorgebracht durch die überwiegende Entwickelung von Tochterzellen in langsam vegetirenden, dem Absterben entgegengehenden Mutterzellen, wodurch diese die zwischen ihnen dann einspringende Falte erhält, welche also nicht sowohl durch centripetales Wachsthum, als durch Passivität der Haut an diesen Stellen entsteht [1]).

Dafs in lebhaft vegetirenden Gewebezellen fast gesetzmäfsig ein Zellkern enthalten ist, während in absterbenden Zellen oder in solchen mit ruhender Vegetation derselbe regelmäfsig zu Grunde geht, bestätigt die Angabe der durch directe Beobachtung wahrzunehmenden Entwickelungsfähigkeit dieser Kernzelle.

Schon das beständige Fehlen der Kernzellen in den normal abgestofsenen Zellen der animalen Epidermis, des Epitheliums, der Gewebezellen des Schwanzes der Froschlarven, der verholzten Pflanzenzellen etc. deutet auf die Unfähigkeit der ferneren Regeneration und individuellen Entwickelung dieser Zellen.

Da unter Zellkern bisher nur die ruhende Form der Kernzelle von Gewebezellen verstanden wird, so ist derselbe in vielen Fällen geläugnet worden, wo er in der That, und zwar schon in der Entfaltung begriffen, vorhanden ist, wie in den sich continuirlich regenerirenden Geweben, z. B. den Muskeln, deren endogene Zellen bald als Kerne, bald als Zellen gedeutet wurden [2]).

Dafs in den Zellen, welche weder als dauernde Gewebezellen sich regeneriren, noch sich vermehren, Kernzellen stets fehlen, wird durch die Bedeutung dieser für die Zelle selbst erklärlich. Es findet dies in denjenigen, Bläschen genannten Zellen statt, welche nur bestimmt sind Secrete zu erzeugen und gewöhnlich mehrzählig in dem flüssigen Inhalte gewisser Gewebezellen vorkommen.

Diese innerhalb einer Gewebezelle oft in beständiger Bildung und Umbildung

[1]) Dafs gleichzeitig mit dieser Entwickelung endogener Zellen auch die Hautfalten durch centripetales Wachsthum sich vergröfsern, wurde seither durch directe Beobachtung nicht erkannt; vielmehr wurde in verschiedenen Fällen ihre spätere Resorption beobachtet.

[2]) In meiner Untersuchung über die Absonderungsstoffe verschiedener Raupen (Müller's Arc.h 1848) habe ich mich schon für die Erneuerung der Muskelfaser durch andauernde Neubildung endogener Zellen ausgesprochen.

begriffenen Generationen von Bläschen sind die Bildner organischer Stoffe, indem sie die im Zellsafte gelöste unorganische Materie in höher und höher combinirte Verbindungen umsetzen. Durch die Assimilationsthätigkeit dieser einfachen Zellen entstehen die Stoffe, welche dazu dienen die noch assimilirende Haut ihrer Mutterzelle zu ernähren, oder, falls diese ihren Entwickelungscyklus beendet hat, von der sich zum Assimilationsgeschäfte anschickenden, die Lebensfähigkeit der Zelle regenerirenden Kernzelle (Zellkern) verbraucht zu werden.

Auch werden diese Absonderungsstoffe, wenn die individuelle Entwickelung der Zelle endete und neben der einen, zu ihrer Regeneration bestimmten, in der Entfaltung unterdrückten Kernzelle sich zwei oder mehr neue Tochterzellen bilden und auf Kosten der Mutterzelle entwickeln, für diese verwendet und falls auch eine solche Neubildung secundärer Generationen gänzlich abgeschlossen ist, werden sie durch Exosmose in andere entferntere Regionen des Organismus geführt, um ähnlichen Zwecken zu dienen.

Zuweilen haben diese Secretionszellen so stark verdickte Häute (p. e. Amylum) oder so undurchsichtigen, festen Inhalt (Fett [1]), Kleber, Chlorophyll etc.), dafs sie lange und zum Theil noch jetzt für feste, unorganische Körper gelten; andere dagegen sind so dünnhäutig, dafs sie entweder gar nicht erkannt, oder für Hohlräume des weniger durchsichtigen, dickflüssigen Zellinhaltes gehalten wurden.

Solche Lücken in der Kenntnifs des Baues der Zelle machten die richtige Beurtheilung ihrer Functionen unmöglich, wie unter andern die vielbesprochene Erscheinung der Saftcirculation zeigt, über die noch kürzlich ein ausgezeichneter Physiologe sich aussprach, aber gleichfalls in einer Weise, die nur das Verkennen der anatomischen Beschaffenheit der betreffenden Zelle erklärlich macht.

Nachdem ich in den histologischen Untersuchungen S. 61 (oben S. 424) meine Ansicht über die allgemeine Ursache der Saftcirculation in der Zelle dargelegt habe, werde ich hier die Structur des Urtica-Haares beschreiben, welche die wunderbar scheinenden Saftströme seiner grofsen Zellhöhle aufklärt.

In Fig. 1 und 2 ist eine der grofsen, mit gekrümmter, abgerundeter Spitze versehenen Borsten von *Urtica urens* abgebildet. Das untere abgebildete Ende der grofsen Haarzelle, die bei schwacher Vergröfserung mit einer farblosen, etwas trüben Flüssigkeit angefüllt scheint, ist von einer Epidermalzellenschicht umgeben, die dasselbe flüchtigen Blicken wohl entziehen kann.

An der Wandung (Fig. 1) oder in der Mittellinie (Fig. 2) [2]) des aus dem becherförmigen Basalgewebe frei hervorragenden Theiles der Borstenzelle ist eine grofse

[1]) Das Fett ist nicht unmittelbarer Inhalt der Gewebezellen, sondern, ähnlich den Milchkügelchen, innerhalb dieser in besonderen Bläschen gebildet und enthalten. So lange sich die Histologen nicht dazu verstehen, den von mir schon 1843 klar und bestimmt ausgesprochenen Unterschied zwischen Secretions- und Gewebezellen ihrer Zellenklassification zu Grunde zu legen, wird dieselbe stets verworren, für den Anfänger unverständlich und für die Physiologie unzureichend bleiben. Die Gewebezellen sind fähig sich selbst zu regeneriren und auch sich zu vermehren, den nur ein bestimmtes Secret bildenden Zellen geht diese Fähigkeit ab; daher erstere in einer gewissen Entwickelungsperiode jüngere Zellengenerationen (Kernzellen sogenannte Zellkerne) einschliefsen, letztere ganz in der Rege dergleichen entbehren.

[2]) Durch Aenderung der Focaldistanz der Objectivlinsen überzeugte ich mich, dafs in diesem Falle die Kernzelle nicht der hinteren oder vorderen Wandung anlag, sondern in der Mittellinie sich befand; gewöhnlich wird sie an Plasmafäden aufgehangen beschrieben. Die Zeichnung Fig. 2 ist bei mittlerer Einstellung des Haares entworfen.

mit eiweifsähnlichem Stoffe und einem Kernbläschen angefüllte Kernzelle sichtbar, wenn nicht dieselbe, was an ausgewachsenen Borsten häufiger der Fall zu sein scheint, in dem verhüllten Grunde der Zelle verborgen ist.

Mit etwas stärkerer Vergröfserung sieht man bald, dafs dieser Zellkern der Mittelpunkt von Strömen einer feinkörnigen trüben Flüssigkeit ist, die sich auch mehr oder minder vollständig an der Innenwand der dickwandigen Borstenzelle ausbreitet. Bei einiger Aufmerksamkeit erkennt man auch, dafs die Ströme, die das Innere der Zelle durchkreuzen, nicht alle fadenförmig sind, wie es auf den ersten Anblick scheint, wenigstens nicht beständig fadenförmig bleiben, sondern zum Theil eine zusammenhängende Fläche bilden, eine dünne Flüssigkeitsschicht, die hie und dort, besonders in dem unteren Theile des Haares, zu einem dickeren, gewöhnlich rascher fliefsenden Faden sich ansammelt. Auch ist der fadenförmige Strom ebenso wenig als der flächenförmige immer constant; bald fliefst er rascher, bald langsamer, bald häuft sich die zähe scheinende körnige Flüssigkeit an einer Stelle, bald reifst sie von dem im Laufe gehemmten nachfolgenden Theile ab und dieser ändert etwas seine Richtung. Ueberhaupt tritt ein rasches Strömen der Flüssigkeit erst ein, nachdem das Haar einige Zeit, etwa 2 bis 3 Minuten, auf dem Objectträger in Wasser gelegen und höchst wahrscheinlich die Diffusion des Wassers begonnen hatte. Die Strömung des Saftes erhielt sich dann mehrere Stunden, bis sie endlich, nach und nach schwächer werdend, gänzlich erlosch, indem auch die Fäden der trüben Flüssigkeit undeutlich wurden und augenscheinlich sich in dem Innenraume der Zelle ergossen hatten.

Die centrale Kernzelle sank während dieser Erscheinungen gewöhnlich etwas tiefer hinab und auch die wandständige Kernzelle liefs öfter eine geringere Ortsveränderung bemerken.

Der gröfste Theil des oberen Endes der Zelle wird meistens nur durch eine einzige, schräg stehende Schicht von strömender Flüssigkeit in zwei längere — ihr unterer Theil durch kürzere Schichten in mehrere rundliche, helle Räume gesondert. In den Zwischenräumen, welche durch die aneinander grenzenden Kanten dreier dieser hellen Räume gebildet werden, sowie auch in dem von zwei an der Wandung der Haarzelle nebeneinander liegenden Kanten begrenzten Kanälen, fliefsen die meist dickeren, fadenförmigen, leichter ins Auge fallenden, rascher strömenden Fäden.

Durch diese Verhältnisse überzeugt man sich, dafs der Innenraum der dickwandigen, grofsen Haarzelle in Hohlräume abgetheilt ist, welche mit einer wasserhellen gleichförmigen Flüssigkeit erfüllt sind: Räume, welche ihre Form sehr allmählig etwas ändern [1]) und welche von einander und von der Aufsenwand mehr oder minder vollständig vermittelst eines Systems von Schleimfäden getrennt sind.

Auch finden sich im Innern der Haarzelle zwischen den mit gleichförmiger wässeriger Flüssigkeit erfüllten Räumen Stellen, welche frei von jener trüben beweglichen Flüssigkeit sind, oder es entstehen solche unter dem Auge des Beobachters durch das beschriebene Abreifsen des strömenden Saftes. An solchen Stellen sind dann die gröfseren hellen Räume durch sehr zarte, scharf conturirte Flächen oder Kanten gesondert. Alle diese Erscheinungen sprechen dafür, dafs die Haarzellen von

[1]) Mohl erkannte die allmählige Entwickelung dieser Hohlräume in dem Zellsaft (bot. Zeit. 1846, S. 77), denen er indessen auch noch in seiner „Vegetab. Zelle, 1851, S. 202" eine häutige Umhüllung abspricht.

Urtica urens, ebenso wie viele parenchymatische Pflanzenzellen in einem gewissen Entwickelungsstadium mit einem Gewebe von theils kernlosen Zellen (Secretionszellen, De cella vitali pag. 64; oben pag. 70) angefüllt ist, die nicht durch einen festen, sondern durch einen flüssigen Zwischenzellstoff von einander getrennt sind [1]). Derselbe diffundirt, wenn die Zelle von Wasser benetzt wird, mit dem durch Imbibition bis zur inneren Oberfläche der Zellwand eingedrungenen Wasser und darauf mit dem entfernteren, dem Centrum der Zelle näheren Inhalte. Dadurch können zum Theil schon die unter diesen Verhältnissen stundenlang zu beobachtenden Strömungen hervorgerufen werden, bis endlich die zarten, diosmotisch und ohne Zweifel auch assimilirend thätigen Häute des endogenen Zellgewebes von dem übermäfsigen Andrange des Wassers zerstört werden [2]).

An diesem Objecte möchte demnach der Physiologe seiner Aufgabe: die Lebenserscheinungen des Organismus aus dessen Structur und aus den in ihm vorgehenden physikalischen und chemischen Veränderungen zu erklären, genügen können, ohne genöthigt zu sein, zu einer noch nicht auf diese Factoren zurückgeführten Contractilität Zuflucht zu nehmen. Die Rotation des Zellsaftes stellt sich dar als einfache Diffusionserscheinung [3]) seiner einerseits durch Endosmose, andererseits durch die Assimilationsthätigkeit der angrenzenden Zellhäute, in fortwährender Mischungsänderung befindlichen Portionen.

Brücke's [4]) interessante Versuche beweisen, dafs, ebenso wie der Blitz die kräftige Eiche zersplittert, ein elektrischer Strom auch die in dem Urtica-Haar enthaltenen zarten Zellen augenblicklich zertrümmert; wodurch dann die anziehende Erscheinung des strömenden Zellsaftes beendigt wird.

Ist der Basaltheil der Haarzelle durch einen scharfen Schnitt seiner Oberhaut beraubt und geöffnet, so quillt im Wasser eine oder die andere der zartwandigen Zellen, welche diesen Theil erfüllen, hervor, während sich aus der leerwerdenden Spitze die übrigen, die Lücke ausfüllend, herabsenken.

Die hervorgequollenen Zellen haben häufig (wie Fig. 3) einen zelligen Inhalt, (den die in der nackten Spitze enthaltenen nicht erkennen lassen): sie gehören also in die Kategorie der eigentlichen Gewebezellen.

Der Umstand, dafs die Haut wirklicher Gewebezellen (vorzüglich bei den niederen thierischen Organisationen) häufig ebenso zartwandig ist wie diese, die Nesselhaarzelle anfüllenden Zellen: sowie, dafs sie an anderen (vorzugsweise in einfachen Pflanzen) so dickwandig, gallertartig und durchscheinend ist, dafs ihre Conturen schwierig zu erkennen sind, hat neuerdings wiederholentlich die Vorstellung ver-

[1]) Dafs die in Caulerpa und in dem Embryonalsacke von Pedicularis vorkommenden sogenannten Zellstoffbalken, nicht, wie Schacht glaubt, erhärteter Zellsaft, sondern die sich berührenden, verdickten, nicht resorbirten Kanten der Häute endogener Zellen sind, beweist die Entwickelungsgeschichte derselben.

[2]) Es giebt dieses Kreisen des Saftes der Zelle das einfachste Bild der in den Zwischenzellräumen mancher Pflanzengewebe und in dem Körper der einfachsten Thiere frei sich bewegenden Nahrungsflüssigkeit, welche Bewegung bei letzteren schon durch Contractionen angränzender Organe unterstützt, sowie in vollkommneren Thieren durch einen eigenen contractilen Muskelapparat lebhafter unterhalten wird, bis endlich in den vollkommendsten Thieren ein vollkommenes, geschlossenes Gefäfssystem statt des einfachen offenen Muskelrohrs auftritt.

[3]) Dafs die Diffusion zweier Flüssigkeiten lebhafte Bewegung, auch der in ihnen enthaltenen festen Körperchen veranlassen kann, sieht man, wenn Wasser und Spiritus sich auf dem Objectträger mischen.

[4]) Sitzungsberichte der Wiener Acad. der Wissensch. 1862.

anlafst, es gäbe nackte, hautlose Zellen, die etwa nur einfache Schleimkügelchen seien [1]).

In meinen oben erwähnten histologischen Untersuchungen habe ich gleichfalls verschiedene Fälle besprochen, in denen scheinbar mangelnde Zellhäute, trotz ihrer grofsen Zartheit, mit Sicherheit erkannt werden konnten.

Von besonderem Interesse sind in dieser Beziehung die Conferven, die ein sehr geeignetes Material für Untersuchungen über die Structur und Entwickelung der Zelle geben, da sie mit dem Mikroskop zum Theil während ihres Wachsthums beobachtet werden können, was bei zusammengesetzten Pflanzen und bei Thieren natürlich nicht möglich ist.

Freilich sind auch bei vielen Arten dieser Pflanzen die Gewebezellen in den jüngeren Entwickelungszuständen so sehr zart und durchsichtig, dafs sie deshalb nur bei aufmerksamer Beobachtung der Veränderungen in Form und Lage des übrigen festen Zellinhaltes erkannt werden können. Zugleich ermöglicht sich der Beobachter ein rascheres Verständnifs der Entstehung und des Wachsthums der Zellen durch vergleichende Untersuchung ihrer Entwickelung unter verschiedenen Ernährungsbedingungen: Versuche und Beobachtungen, die auch dem Systematiker unentbehrlich sein werden, denn ein Wechsel der Ernährungsverhältnisse ändert nicht allein die Wachsthumserscheinungen der Zellen, sondern auch oft die jetzt noch für specifisch gehaltene Form dieser Algen selber.

Die Cultur von *Spirogyren* überzeugte mich, dafs diese Pflanzen mit organischen Stickstoffverbindungen gedüngt, vorwiegend neue Zellen entwickeln. Mangelt dagegen diese Nahrung, so wachsen vorwiegend ihre schon entfalteten Zellhäute [2]).

Dieser Wahrnehmung zufolge scheint ein Mangel an solchen organischen Nahrungsstoffen das centripetale Faltenwachsthum der Zellwand der *Spirogyren* zu veranlassen, welches bei normalem Ernährungsverhältnisse nicht auftritt.

Dafs andererseits bei erhöhtem Zuflusse von organischen Stickstoffverbindungen das Wachsthum der Zellhäute im Verhältnisse zur Bildung und Entfaltung neuer Zellen zurückbleibt, davon überzeugt die Cultur von solchen *Spirogyra*-Arten (z. B. *Sp. Hornschuchii*), deren Scheidewände unter normalen Entwickelungsverhältnissen sogleich nach ihrer Entstehung in Kreisfalten von bestimmter Gröfse auswachsen, und deren Gewebezellen (Gliedzellen) erst dann wieder neue Zellen in sich entstehen

[1]) M. Schulze: Müller's Archiv 1862, S. 1.

[2]) Auf alle Confervaceen wirkte aber diese Nahrung organischer Stickstoffverbindungen nicht in gleicher Weise; auch in verschiedenen Entwickelungsstufen verhalten sich einige verschieden, z. B. die Oedogonien, die ihn in der Jugend verlangen, während er ihnen im erwachsenen Zustande leicht schädlich wird. Die mit solchen Substanzen ernährten Cladophoren vermehren nicht sichtlich ihre Gliedzellen, wohl aber vermehren sich im Zelleninhalte die farblosen, gallertähnlichen, durch Iod auch nach vorgängiger Behandlung mit Chlorcalcium nur schwach gelbgefärbten Bläschen, während das Chlorophyll sich verringert. Die Häute der secundären Zellen verdicken sich stärker und werden stark lichtbrechend. Zwischen sämmtlichen Häuten sammelt sich, vorzugsweise an den Enden der Zellen im Umkreise der Scheidewand, ein ähnlicher farbloser Stoff Diese Zellenden schwellen kugelig an und zeigen dann im polarisirten Lichte das dunkle Kreuz. Die Hüllhaut tritt oberhalb der Scheidewand stark hervor, wächst kugelig blasig aus, wie es Fig. 17 darstellt, auf den ersten Anblick Parasiten ähnlich; ja es scheint selbst in ihrem Inhalte von neuem eine Zellenbildung zu beginnen. Durch die grofse Menge gallertartigen Zwischenzellstoffs werden die scheidewandbildenden Zellen auseinander gedrängt und die kugelig angeschwollenen Enden liegen zum Theil so locker in der hier vergröfserten Hüllhaut, dafs die untere, geradeaus wachsend, die obere Gliedzelle zur Seite drängt.

lassen, nachdem diese scheidewandständigen Kreisfalten (Fig. 4a) ihre normale Gröfse erreicht haben.

Die *Sp. Hornchuchii*, welche in oben angeführter Weise gedüngt war, hatte häufig drei, ja zuweilen selbst vier oder fünf Scheidewände, ohne jene Kreisfalten, an demselben Individuum, als Zeichen, dafs die Verdickung und fernere Entfaltung der Häute durch eine vermehrte Zellenentwickelung überflügelt worden war.

Die beschleunigte Bildung und Entwickelung neuer Gliedzellen war von einer bedeutenden Verlängerung der Chlorophyllschläuche begleitet. Die Windungen der Schläuche, deren Entfernung voneinander im normalen Zustande etwa ihrer doppelten Breite gleichkommt, berühren sich nicht selten in der Mitte und an den Enden der Gliedzellen, ja ihre Ränder — zuweilen sogar die Schläuche in ihrer ganzen Breite — decken sich selbst an diesen Orten, weil sie sich im Vergleiche mit der Ausdehnung der Zelle unverhältnifsmäfsig verlängerten (Fig. 7 und 8).

In den Fällen, wo die Chlorophyllschläuche nicht dies Uebermaafs ihrer gewöhnlichen Länge erreichten, wurde wenigstens ihre Vermehrung dadurch angedeutet, dafs in der Mitte der Zelle, über der sehr zarten Kernzelle, eine von der aufsteigenden Richtung abweichende horizontale Schlinge des Chlorophyllschlauches sich bildete (Fig. 4). Letzterer verliert mit der beginnenden Entwickelung neuer Gliedzellen seine nach aufsen concave Rinnenform, indem er von den Enden der Zelle her sich platt an ihre Wandungen anlegt, angedrückt an dieselben, wie es scheint und wie der weitere Verlauf der Entwickelung der Zelle es ergiebt, durch die in der Mittellinie der Zelle, von deren Enden nach ihrer Mitte hin sich ausdehnenden Tochterzellen. Diese sind jetzt so zartwandig, dafs sie unmittelbar nicht sichtbar sind und nur durch die Veränderung in der Lage des Chlorophyllschlauches und nach Einwirkung diosmotischer Flüssigkeit erkannt werden können. Auch auf die centralen, der Kernzelle sich nähernden Enden dieser beiden endogenen Zellen senkt sich der Chlorophyllschlauch herab (Fig. 9 und 10).

Je nachdem von jetzt an die Vergröfserung der Kernzelle, die Resorption des Chlorophylls, oder die Vergröfserung der Tochterzellen vorherrscht, ändern sich die weiteren Erscheinungen.

Innerhalb der Kernzelle entstanden inzwischen zwei neue Zellen, und zwar nicht etwa durch Ein- und Abschnürung ihrer Membran, sondern durch Neubildung in ihrem flüssigen Inhalte, während deren Kernbläschen resorbirt wird; Vorgänge von denen man sich noch leichter an den gröfseren Arten dieser Gattung überzeugt (Histol. Untersuchungen Taf. XXV Fig. 83 und 85).

Die Kernzelle der *Sp. Hornschuchii* und der verwandten Arten ist so zart und durchsichtig, dafs sie meist nur nach Anwendung von Jod mit Deutlichkeit hervortritt (Fig. 5). Ebenso erscheinen auch dann erst die beiden in ihr entstandenen Tochterzellen [1]) (Fig. 6), mithin eignet sich diese Pflanzenart nicht für das Studium dieses Formenelements der Gliedzellen.

[1]) Unter Tochterzellen sind die die mütterlichen Gewebezellen vermehrenden neuen endogenen Zellensysteme zu verstehen, deren jedes, ebenso wie die Mutterzelle, aus mehreren einzelnen endogenen primären, secundären, tertiären etc. Zellen zusammengesetzt ist. Wenn es gelänge alle verschiedenen aufeinander folgenden und auseinander sich entwickelnden Zellensysteme, von der Eizelle bis zum vollständig entwickelten Organismus zu

Die Vergröſserung der in der Kernzelle enthaltenen Tochterzellen zu neuen Gliedzellen, die an anderen *Spirogyren* beobachtet wurde (a. a. O. p. 58 und 62, oben pag. 421 und 425), scheint an der *Sp. Hornschuchii* überhaupt nicht stattzufinden. Hier werden nur die Tochterzellen der secundären Zelle [1]) zu neuen Gliedzellen, während die zwischen den scheidewandbildenden jungen Gliedzellen eingeschlossenen Tochterzellen der tertiären Zelle (des Zellkerns) zu den kleinen Kreisfalten an der Scheidewand hervorwachsen.

Auf diese Ansicht über die Entstehung der napfförmigen Scheidewandkreisfalten (welche ich zuerst in Wiegmann's Archiv 1843 aussprach) führten mich Entwickelungszustände, wie der Fig. 11 gezeichnete, welche, wenn auch selten, dennoch zuweilen, besonders an cultivirten Pflanzen, beobachtet wurden.

Es ragte hier der mittlere Theil der Scheidewand in vollkommen halbkugeliger Form, an Stelle der beiden Kreisfalten, über ihre Fläche hervor, überdies wurden alle Zwischenformen bis zu der gewöhnlichen Erscheinung beobachtet, die in einem allmähligen Hervorwachsen dieser Falten in vollkommener Cylinderform besteht.

Auch das Herabsenken des Chlorophyllschlauches auf die Kernzelle ist bei normalem Ernährungs- und Entwickelungsgange kaum zu beobachten; es hängt dies wahrscheinlich mit der vermehrten Chlorophyllbildung zusammen.

Nicht selten scheint bei dieser, wie angegeben cultivirten *Spirogyra*, der Fall einzutreten, daſs sich in einer Gliedzelle drei Tochterzellen gleichzeitig entwickeln.

An den sich vermehrenden Gliedzellen der *Sp. nitida* überzeugt man sich am zweifellosesten, daſs die neue Scheidewand nicht durch eine Falte der Mutterzellhaut erzeugt wird; denn die hier mehrzählig vorhandenen Chlorophyllschläuche bedecken, anfangs noch vollständig zusammenhängend, die durch Berührung der endogenen Zellen entstandene Scheidewand (Fig. 13).

In Fig. 15 ist eine Zelle der *Sp. orthospira* gezeichnet. in der die beiden Tochterzellen a, a_1 — bedeckt von schmächtigen Chlorophyllschläuchen innerhalb der secundären Zelle b, welche durch Diosmose vermittelst verdünnter Chlorcalciumlösung behutsam von der primären Zelle abgetrennt wurde — zu einer neuen Scheidewand sich aneinander legten und die Kernzelle zwischen sich einschlossen. Faltenbildung der secundären Zelle (Primordialschlauch s. d.) ist augenscheinlich nicht die Ursache der schon vorhandenen, wenn auch in Bezug auf die Mutterzelle noch unvollkommenen Scheidewand.

Fig. 16 stellt den folgenden Entwickelungszustand einer (hier des Raumes halber unmittelbar darunter gestellten) Gliedzelle desselben Individuums dar, in welchem weder die beiden Tochterzellen, noch die secundäre Zelle durch dasselbe Reagens von der Haut der Mutterzelle getrennt werden konnten; wohl aber trennten sich die secundären Zellen der Tochterzellen von den Häuten ihrer primären Zel-

beobachten und zu registriren: so würde man diese verschiedenen Generationen am einfachsten als Zellen ersten, zweiten, dritten u. s. f. Grades bezeichnen können.

[1]) Die Bezeichnung primäre, secundäre, tertiäre Zelle bezieht sich auf den gegenwärtigen Zustand der Zelle denn die im genetischen Sinne primäre Zelle, die äuſserste, eigentl. Primordialzelle des Zellsystems ist vielleicht zu dieser Zeit schon wieder resorbirt und gar nicht mehr vorhanden. Die innerste, entwickelte, aber noch nicht verdickte Zellhaut als die einzig assimilirende des Zellsystems zu betrachten, d. h. als diejenige, von deren Oberfläche die übrigen schon verdickten Häute ausgesondert worden seien und sie in diesem Sinne Primordialschlauch zu nennen, wird durch die Entwickelungsgeschichte als unpassend zurückgewiesen.

len [1]). Diese letzteren bildeten die noch aufserordentlich zarte Scheidewand, welche das Lumen der Mutterzelle in zwei Räume theilt. Die Absonderungsstoffe (Chlorophyll, Amylum etc.) sind in diesem Zustande schon in den secundären Zellen der Tochterzellen enthalten, während sie in dem Fig. 15 gezeichneten Zustande noch in der secundären Zelle der Mutterzelle befindlich waren.

Der Resorptionsprozefs der in der Mutterzelle enthaltenen Chlorophyllschläuche und ihre Neubildung in den Tochterzellen konnte bei dieser Pflanzengattung noch nicht in seinen Einzelheiten beobachtet werden, wie es von den Absonderungsstoffen des *Oedogonium* nach der Entstehung neuer Gliedzellen geschah (Histolog. Untersuchungen pag. 14, oben pag. 377).

Mit diesen auf diese normale Weise entstandenen, anfangs aufserordentlich zarten Scheidewänden können die centripetalen Kreisfalten, welche die Zellhäute hungernder Conferven, vorzüglich *Cladophoren* und *Spirogyren*, nicht selten entwickeln kaum verwechselt werden, da sie viel dicker sind und ihr centraler Saum stets abgerundet ist, wie es die Fig. 12 und 14 darstellen. Hier war die von der verdickten Haut der primären Zelle durch Diosmose abgetrennte Haut der secundären Zelle an der gefalteten Zelle *x*, welche während der Einwirkung des Reagens aus seiner Lage verrückt war, frei von Chlorophyll. Dieser stickstoffhaltige Absonderungsstoff hatte sich bei dem Mangel an geeigneter Nahrungsflüssigkeit nicht gleichmäfsig mit der wachsenden Zellhaut vermehren können, war vielleicht selbst, in Ermangelung anderer, von aufsen kommender, sticksoffhaltiger Nahrungsstoffe, von der in der Falte kräftiger assimilirenden Membran resorbirt worden.

An *Sp. nitida* habe ich solche Kreisfalten 14 Tage lang beobachtet, ohne eine bemerkbare Vergröfserung erkennen zu können [2]), und ich kann um so weniger glauben, dafs durch diese Faltenentwickelung Scheidewände und Zellen entstehen, als ich

[1]) Die Gründe, weshalb ich diese scheidewandbildenden äufseren Häute nicht für äufsere Verdickungsschichten, sondern für die Specialmutterzellen der Tochterzellen, für die Häute der zuerst entstandenen (primären) Zellen der neuen Gliedzellen halte, habe ich in den öfter citirten Untersuchungen p. 19, 34, 77 (oben p. 382. 397. 441) erörtert. Zugleich habe ich dort darauf hingewiesen, dafs möglicherweise unter ähnlichen Verhältnissen, wie in diesem speciellen Falle, die äufsere Membran eine durch Intussusception erzeugte Anwachsschicht (nicht zu verwechseln mit Aussonderungsschicht) sei. Da die Beobachtung hierüber noch nicht für alle Fälle so genügende Anhaltspunkte gewährt, dafs man sich mit Bestimmtheit entscheiden könnte, halte ich es für nothwendig, bei Beurtheilung der Natur solcher Membranen, ob selbstständige Zellhäute oder nur Verdickungsschichten einer solchen, durch die Analogie sich leiten zu lassen. Jedenfalls ist es nicht gerechtfertigt, dort, wo zwei ineinander eingeschachtelte Membranen als differente Schichten ein und derselben Zellhaut erkannt werden, die eine als Produkt der anderen anzusehen und etwa anzunehmen, dafs die innere die ältere sei, um die sich die äufsere abgesondert habe. Die innere in diesem Sinne mit den heutigen Histologen, nach Mohl's Vorgange, Primordialschlauch zu nennen ist daher unthunlich.

[2]) Bei diesen Beobachtungen nahm ich eine Drehung der *Spirogyra* wahr, die mit ihrem Wachsthume zusammenzuhängen schien; denn da der Faden gekrümmt war, konnte er mechanisch, etwa durch das hinzugefügte Wasser, nicht gewälzt werden. Krümmungen der *Spirogyren* und zwar eigenthümlich spiralige, die ich nicht gesehen habe, beschreibt Meyen (Linnaea II, S. 419) und scheint Mohl (Die vegetab. Zelle S. 294) zu bestätigen. Die, wenn Wachsthumsphänomen, an sich sehr interressante Drehung ist bei den besprochenen Beobachtungen um so beachtenswerther, als sie zu groben Täuschungen hinsichts der Vergröfserung einer Kreisfalte Veranlassung geben kann; wenn diese nämlich wie in Fig. 12 von ungleicher Breite ist und die Drehung linkswendig (im Sinne Linné's) stattfindet, wie sie in der That stattfand, so sieht man die breite Seite der Falte immer mehr nach *a* übergreifen und kann glauben sie wachse. Auch erkennt man an dem horizontal liegenden Faden, wenn die Falte die ganze Oberseite der Gliedzelle einnimmt, selbst durch Einstellung des Focus nur schwierig den Irrthum. Nach einigen Tagen jedoch sieht man bei *b* die schmale Seite der Falte wieder hervortreten und erkennt nach einiger Zeit, dafs die Falte inzwischen unverändert blieb.

an der *Cladophora glomerata* gleiche Kreisfalten über drei Monate lang beobachtete, ohne eine Veränderung der mittleren Faltenöffnung wahrzunehmen.

Vielmehr habe ich nicht nur auch bei der *Cladophora* die neuen Gliedzellen in gewissen aufsergewöhnlichen Fällen dadurch sich gestalten sehen, dafs zwei freie endogene Zellen sich in den Raum der Mutterzelle theilten (wie bei den Korkzellen, der *Spirogyra* und dem *Oedogonium*, Histolog. Untersuchungen Fig. 21 bis 29): sondern selbst an dieser Pflanze beobachtet, dafs diese zwischen zwei Tochterzellen eingeklemmten, dicken, gefalteten Häute nach und nach dünner, scheinbar gänzlich resorbirt werden. Auch an der *Spirogyra* habe ich die Haut der secundären Mutterzelle, welche sich mit den ihr anliegenden Chlorophyllschläuchen auf die einander sich nähernden Enden zweier langsam wachsender Gliedzellen herabsenkte und dann als Falte in die entstehende Scheidewand eingeschlossen wurde, alsbald resorbirt werden sehen (Histol. Unters. pag. 63, oben pag. 426).

Nach Analogie dieser Vorgänge darf man wohl annehmen, dafs auch die in Fig. 12 und 14 gezeichneten Falten von den benachbarten Zellen resorbirt werden, falls diese letzteren überhaupt wieder zu einer kräftigen und normalen Assimilationsthätigkeit gelangen, was höchst wahrscheinlich in den noch nicht zu weit vorgeschrittenen *Atrophien* durch vorsichtiges Darreichen von organischen, stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen zu bewirken sein möchte.

Fig. 19 stellt einen von mir an *Cladophora glomerata* beobachteten Fall dar, wo eine der beiden Tochterzellen während der Resorption der Absonderungsstoffe durch die Falte hindurch wuchs, an der andern Seite derselben sich an die Schwesterzelle anlegte, wodurch die neue Scheidewand entstand.

An derselben Pflanze (Fig. 18) bildete eine dicke Falte die Grenze der beiden neuen Tochterzellen, deren Berührung sie verhinderte. In dem mittleren Raume der Falte blieb ein grofses, einem *Amylum*-Bläschen ähnliches Kügelchen, ohne von den Tochterzellen, die es nicht berührten, resorbirt zu werden. Wie es scheint, hinderte hier die sehr dicke Kreisfalte der Mutterzellhaut die Entstehung einer Scheidewand durch die Tochterzellen.

So dürfte auch denjenigen, der etwa eine Berufung auf die Analogie, selbst mit verwandten Pflanzen [1]), nicht für zulässig hält, eine sorgsame Beobachtung der *Cladophoren* überzeugen, dafs auch bei dieser Pflanze, deren endogene Zellenentwickelung in der That oft schwierig zu erkennen ist, eine solche stattfindet: während die Mehrzahl der Naturforscher wohl ohnedies das Durchgreifende des Gesetzes der Analogie anerkennt und nicht voraussetzt, dafs die Natur bei dem einfachsten Organisationsprozesse gänzlich verschiedene Wege betritt.

Die Urform, welche die als eigenthümlich specifisch ausgeschiedene, organisationsfähige Materie annimmt, ist das Bläschen, die Zelle, unzertrennlich bestehend aus Haut und Inhalt.

[1]) Beim *Oedogonium* sieht man auf dem Objektträger des Mikroskops die jungen Tochterzellen sich vergröfsern, sich endlich, indem sie die Mutterzelle anfüllen, berühren und durch gegenseitige Abplattung die Scheidewand entstehen. Der ganze Vorgang dauert hier wenige Minuten. In ähnlicher Weise wurde das vollständige Zusammenrücken zweier endogener Zellen der *Sp. orthospira* zu einer Scheidewand während des Zeitraums von 2 Stunden ausgeführt, in Zuständen, dem Fig. 15 dargestellten ähnlich. Es waren aber nicht allein die Chlorophyllschläuche, sondern auch die Haut der secundären Zelle faltenbildend zwischen die Tochterzellen herabgesenkt, wobei diese Falte mit dem anliegenden Chlorophyll in die Scheidewand eingeschlossen wurde.

Jedes dieser beiden, in innigster Wechselwirkung fortbestehenden Bestandtheile des Elementarorgans ist fähig, mit Hülfe der physikalisch-chemischen Kräfte, denen es seine Entstehung verdankt, sich ferner zu entwickeln.

Die Membran der Zelle vergröſsert sich, und zwar nicht in passiver Ausdehnung als Folge von Endosmose des flüssigen Inhaltes: sie selbst ist vielmehr in fortdauerndem, wenn auch zum Theil fast unmerklichem Wechsel der Menge und Beschaffenheit des sie zusammensetzenden Stoffes begriffen, indem sie eigenthümliche, höchst wahrscheinlich von der Natur dieses Stoffes abhängige Formen annimmt (wie zum Theil die obigen und viele andere früher von mir mitgetheilte Beobachtungen beweisen).

Gleich der Haut hat auch der flüssige Inhalt einer jeden Zelle dieser ineinander geschachtelten Systeme eine eigene Entwickelungsfähigkeit. Während die Zellhaut durch ihre Vergröſserung und meist schichtige Verdickung dieselbe zu erkennen giebt, thut dies der flüssige Inhalt durch die in ihm entstehenden vergänglichen (Absonderungsstoffe erzeugenden) Secretionszellen.

Sowohl durch die Assimilationsfähigkeit der Membran werden fortwährend andere höher combinirte Verbindungen erzeugt, deren lösliche Endprodukte in der allgemeinen Nahrungsflüssigkeit aufgenommen werden: als auch durch die in dem flüssigen Inhalte der Gewebezellen in einer gewissen Entwickelungsperiode regelmäſsig auftretenden (S. 446 erwähnten) Secretionszellen [1]).

Die neben diesen vergänglichen Secretionszellen zum Ersatze der primären Zelle und zur Erhaltung des Zellindividuums in dem Zellsafte entstehende secundäre, tertiäre und folgende Generation entsteht und entfaltet sich auf Kosten der resorbirt werdenden Absonderungsstoffe.

Dieser Gestaltungsprozeſs im Innern der Zelle beschränkt sich nicht auf die Regeneration des Zellindividuums, sondern es entstehen aus dem an bildsamer Materie reicheren Zellinhalte gleichzeitig auf einmal mehrere neue Zellen von der Natur der sich reproducirenden Mutterzelle, zum Zweck der Vermehrung der Gewebezellen.

Bei diesem complicirten Bau der Gewebezellen, welche die entwickelten Organismen zusammensetzen, ist es völlig ungerechtfertigt, von einzelligen Thieren und Pflanzen zu reden [2]).

Ebenso wenig sind hautlose Zellen denkbar; dergleichen Körper würde man, nach unserem Sprachgebrauche, Tropfen oder Körner zu nennen haben.

[1]) Schwann (Mikroskop. Unters., 1839, S. 44) nahm, als Anhänger der Schleiden'schen Ansicht über die Natur der Kernzelle, Anstand, kernlose, zellenähnliche Gebilde für wirkliche organisirte Zellen zu halten, indem er sagt: „hat eine Kugel keinen Kern, auch nicht in ihrer frühesten Jugend, so ist sie keine Zelle, es ist wenigstens zweifelhaft". Vollkommen richtig ist Letzteres, nur bedingt richtig Ersteres; denn jede Zelle hat in ihrem jüngsten Zustande keinen Kern, sobald sie aber eine Kernzelle erhält, documentirt sie sich als entwickelungsfähige Zelle, und die beständig kernlosen Zellen können nur durch ihre Entwickelungsfähigkeit als organisirte Körper erkannt und von ähnlichen unorganisirten Gebilden unte schieden werden.

[2]) Auch die einfachsten Gewächse: *Protococcus, Ag. Haematococcus, Ag. Chlorococcns Grev.* etc. zeigen sich in ihrem entwickelten Zustande bei genauer Beobachtung aus einer Anzahl von Zellen zusammengesetzt.

Sachregister.

Absonderungsstoffe, die Bildung derselben ist abhängig von der Assimilationsthätigkeit einer Zellmembran p. 74.
Acrobrya p. 174.
Adventivknospen, ihre Entwickelung bei Palmen p. 146; bei den übrigen Monocotylen p. 158.
Adventivwurzeln der Palmen, deren Durchwachsen der Rinde mittelst der Wurzelmütze p. 118, 119 ihr Entstehen durch Vermehrung der Cambiumzellen des Holzcylinders p. 113; auch die dünnsten enthalten kein centrales Gefäſsbündel, sondern einen Cylinder von Gefäſsbündel p. 122, 123; der Farrne entstehen gleichzeitig mit den Blättern p. 162.
Albumen s. Eiweiſs.
Alcaloide s. organische Basen.
Amphibrya p. 159.
Amylumbläschen entstehen in den Markgewebezellen der Klopstockia zu je vieren in besonderen Mutterzellen p. 105; in den Clorophyllbläschen p. 34; in den Clorophyllschläuchen der Spirogyren p. 420; liegen stets an der inneren Zellwand, ihre Haut verdickt sich schichtig durch Wachsthum, der Kern ist ihre ursprünglich mit Absonderungsstoff (flüssigem) angefüllte Zellhöhle p. 36; Resorption derselben p. 251.
Ammoniak, kohlensaures, wird von den Palmenwurzeln assimilirt, befördert die Zellenbildung und Entstehung von Amylum p. 130, 131.
Antherozoidenzellen, Entwickelung ihrer Wimpern und Ursache ihrer Bewegung p. 334.
Apothecium, Entwickelung desselben bei Coenogonium p. 338.
Assimilationsthätigkeit der Zellmembran p. 316, 454.
Astentwickelung bei Vaucheria und Cladophora aus endogenen Zellen innerhalb der Hüllhaut p. 236, 237, 402.
Athmungsgewebe der Farne p. 170.

Balsam, Entstehung desselben p. 300.
Bastzellen, Character derselben p. 116; die der Palmenwurzeln erzeugen gleich dem Cambium Zellen p. 125; in der Rinde des Philodendron werden sie ästig und bilden keine Korkzellen p. 373, bei Cinchona p. 281, 286 nicht die Behälter der organischen Basen p. 296 obliteriren bei der Korkentwickelung p. 284.
Bastgewebe, eigenthümliches der Farrne (Sclerenchym Mett.) p. 172; in der Holzschicht der Monocotylen p. 150.
Blatt, Entwickelung desselben bei Palmen p. 188 von den centralen nach den peripherischen Theilen p. 134, 142; Entfaltung von den peripherischen nach den centralen Theilen, Abtrennen des Blattrandes p. 138, 142; Entwickelung des Blattes bei Farrnen p. 169; entwickelt und entfaltet sich in centrifugaler Richtung p. 175 bei Cecropia p. 246; periodisch wachsendes bei Meliaceen und Cedrelaceen p. 176.
Blattrand, Abwerfen desselben bei Palmen, Ausdehnung der Gewebe des Stammes in Folge desselben p. 138.
Blattstellung ändert sich beständig an der sich entwickelnden Palme p. 91 bei Podocarpus p. 175.
Bläschen, (vgl. Zelle) organisirtes, Entwickelung desselben p. 18 mittelst physikalischer Kräfte für jetzt nicht erklärbar p. 20, bilden sich ohne festen Kern p. 26, wachsen über die Oberfläche der Epidermis und des Pollens hervor p. 40, 409, 413, scheinen Hohlräume (vacuolen) im Zellsafte, wenn ihr Inhalt weniger dicht ist als dieser p. 46, 423; werden diosmotisch gespannt oder verkleinert p. 391 und ihre Häute lösen sich bei Cladophora nicht in Zn Cl. I, sondern werden braun gefärbt.
Blumenentwickelung bei Loranthaceen p. 214, 228 aus dem Cambium der Wurzelspitze p. 159.
Brennborsten von Urtica, Bau derselben p. 446.
Borkenentwickelung, zum Theil vom Clima abhängig p. 285, 288.

Calluszellen, den Korkzellen physiologisch gleichwerthig p. 373.
Cambium der Wurzelspitze verzweigt sich bei Palmen p. 125; entwickelt sich zu Blattknospen p. 159, 163; zu Blumenknospen p. 159.
Cambiumkegelmantel im Stamme der Palmen p. 83, in dem der übrigen Monocotylen p. 147, in den Blüthenstielen der Monocotylen p. 148, bei Farrnen p. 165, bei Dicotylen p. 175.
Cautschouk, Haut der Harz- und Wachsbläschen im Milchsafte von Galactodendron p. 299.
Celluline p. 401, 413, 419; während der Vegetation verbraucht p. 120.
Cellulose s. Zellstoff.
Centrifugale Entwickelung des Cambiumcylinders der beblätterten Stammtheile der Palmen p. 121.
Centripetale Entwickelung des Cambiumcylinders der Palmenwurzeln p. 121.
Chinarinden, Anatomie derselben p. 281.
Clorophyllbläschen liegen an der innern Zellwand, werden gelb im Herbste und in gelben Blumen, entwickeln Amylumbläschen p. 34 entstehen bei Ernährung des Zellgewebes mit kohlensaurem Ammoniak p. 130.
Chlorophyllschläuche der Spirogyren kommen einzeln und zu zweien in derselben Zelle vor p. 2; Entwickelung derselben abhängig von der Nahrungsflüssigkeit p. 414, 417.
Circulation des Zellsaftes, deren Ursachen p. 423, 447.
Cladophora, Bau und Entwickelung p. 386—408.
Coleorrhiza bei Palmen p. 84, bei Gräsern p. 354.
Cuticula p. 30, 434 der Spirogyren p. 2, 30 ihr Verhältnifs zur Oberhaut p. 32 nicht Ausschwitzungsproduct der Epidermalzellen p. 203, 315.
Cycadeen haben einen zweiblättrigen Keim; unvollständige Blätter wechseln mit vollständigen p. 178.

Deckelchen des Saamens der Palmen, Aroideen, Scitamineen p. 83.
Difformität der vegetativen und der reproductiven Organe von Puccinia etc., abhängig von der Nährflüssigkeit p. 209.

Eiweifs der Palmen, Art der Entwickelung p. 81 und Resorption durch die Saamenlappen p. 85, 187.
Electricität, Wirkung derselben auf Pflanzenzellen p. 448.
Embryo, erste Entstehung desselben bei Palmen p. 81, fernere Entwickelung p. 82, Bau desselben und Keimung p. 84. 85, seine Entwickelung bei Passowia p. 216.
Endogeneae p. 159.
Endosmose nicht ausreichend zur Erklärung von Wachsthumsprozessen p. 20.
Ernährung, abnorme p. 313, Vermehrung der Absonderungsstoffe durch dieselbe p. 113.
Exine p. 329 enthält als Tochterzellen die Intine und die sogenannten Zwischenkörperchen und neben diesen auch Secretionszellchen p. 331.

Farbstoff entsteht im Bläschen, welche zum Theil die Gröfse ihrer Mutterzellen erreichen p. 38, die gelbe und blaue Farbstoffreihe unterscheidet sich durch ihre Entwickelung p. 40, rother entsteht in Folge der Ernährung der Mutterzellen mit Kohlensäure p. 128 und 129.
Faser, Begriff derselben p. 176, 313.
Faserstoff gelöst im Milchsafte der Cecropia p. 243.
Form der Zellen und Organismen, abhängig von dem sie ernährenden Stoffe p. 114, 131, 208, 209, 273. 242; Form der ineinandergeschachtelten Zellen von einander unabhängig p. 397, 435.
Fruchtknoten, Entwickelung des unterständigen p. 345.

Gährung, weinige ohne Mitwirkung von Saccharomyces p. 201.
Gefäfs, Begriff desselben p. 176, 313; poröses, Bau und Entwickelung desselben p. 38, 440.
Gefäfsbündel, Entwickelung desselben bei den Palmen p. 86—118; deren Struktur bei den übrigen Monocotylen p. 153, 156 und Anordnung im Stamme von Tradescantia p. 154, ihr erstes Auftreten (ihr unteres Ende) stets im Cambiumcylinder des Stammes p. 159; Anordnung derselben bei den Farrnen p. 167, 173; bei Podocarpus p. 175; bei Monocotylen p. 152; bei Cycadeen p. 179; bei Piperaceen p. 180—190; centrales im Marke der Monocotylenwurzel nur scheinbar p. 122, 123.
Gerbsäure entsteht in der secundären Zelle einzelner Zellenreihen der Frucht und der Blätter von Musa p. 254; in Milchsaftfasern p. 256; in kleinen Bläschen im Safte von Parenchymzellen bei Farrnen p. 173; diffundirt nicht mit der in den Zwischenzellräumen befindlichen Flüssigkeit p. 257.
Gewebe des Stammes der Palmen p 100, der Farrn p. 166—174, von Cyathea aurea p. 192, der Rinde von Cinchonen p. 281, das der Wurzeln entwickelt sich aus dem von der Wurzelmütze bedeckten Cambium p. 119, 251, Entfaltung des Gewebes bei den Palmen, abhängig von dem Abtrennen des Blattrandes p. 138.
Gummi entsteht durch Umwandlung der assimilirenden Zellmembran p. 302.

Gummi- und Harzkanäle, Enstehung derselben durch Resorption von Fasern, sind eigentlich als Gefäſse zu bezeichnen p. 111; Vorkommen bei Farrnen p. 173; bei Podocarpus in Fasern übergehend p. 176, 191.
Gymnomyceten Lk., viele derselben eigentlich Angiomyceten p. 5.

Harz, Entstehung aus Cellulose, nicht durch Substitution derselben durch das im Safte aufgelöste Harz, sondern als chemisches Assimilationsprodukt der Zellwand p. 300—303, 312, 313.
Harzkanäle siehe Gummikanäle.
Hautschicht und Zellhaut p. 437—438.
Hauptwurzel der Palmen stirbt bald ab wie bei allen Monocotylen p. 118; ist gebaut wie die Luftwurzeln p. 125; fehlt den Farrnen und übrigen Kryptogamen p. 160.
Hefezellen entstehen nicht in unorganisirten Flüssigkeiten, entwickeln sich aus den kleinen Zellchen des Fruchtfleisches p. 195, aus Pilzsporen p. 210.
Holzcylinder entwickelt sich centrifugal in den beblätterten Stammtheilen, centripetal in den Wurzeln der Palmen p. 121, im Stamme von Monocotylen p. 149, von Farnen p. 166, hier zuweilen mehrere frei übereinanderliegend p. 163, umschlieſst nicht immer ein parenchymatöses Mark p. 123.

Intine p. 329.

Kanal, Begriff desselben p. 313.
Keimbildung von Passowia p. 216, 228, mehrere das Produkt einer Befruchtung bei den meisten Zellencryptogamen p. 341.
Keimung des Saamens von Passowia (Lorauthacea) p. 218, 229, von Palmen p. 85, von Pilzen p. 4, 209, von Vaucheria p. 235.
Kernzelle (Zellkern), Entwickelung desselben p. 421, fehlt den Bläschen p. 26 Vermehrung derselben p. 445, nicht durch centripetales Wachsthum einer Kreisfalte der Zellhaut p. 444, vielmehr durch endogene Zellenbildung p. 450, ihre Haut besteht zuweilen aus Cellulose p. 437.
Knospen, Entstehung derselben aus einer Zelle p. 226, Knospen der Palmen p. 143, ihre Entwickelung zu Blüthenknospen p. 144, Entstehung aus der Wurzelspitze bei Monocotylen p. 159, bei Farnen p. 163, aus dem Stamme etc. p. 167, bei Cecropia p. 249.
Knospenlage der Blätter unabhängig von ihrer Stellung p. 176.
Kohlensäure in Zellen und Gefäſsen p. 85, 105, 122 befördert das Wachsthum der Zellen, Bildung von rothem Farbstoffe und Oxalsäure p. 128—129.
Kork und **Borke** der Chinarinden p. 284.
Korkcambium im Stamme von Cecropia p. 243 fehlt der Wurzel derselbe p. 250.
Korkzellen, Entstehung derselben in Cecropia p. 368 und Philodendron p 369 in dessen Zellen und Gefäſsen sie mehrzählig entstehen p. 370, porös verdickte Korkzellen, Herstellung ihrer ursprünglichen sphärischen Form im Ammoniak, Resorption ihrer Mutterzellen p. 371; Hervorwachsen einer Korkzelle aus ihrer Mutterzelle in das benachbarte Gefäſs p. 372, Korkzellen in Krystallzellen p. 372.
Kölliker's Lehre von der Zellenbildung p. 444.

Lebensthätigkeit der Organismen p. 312.
Lenticellen bei Farnen p. 170.
Luft in den Zellen ist Kohlensäure, nicht in den Zwischenzellgängen p. 85, 105, ebenso in den Gefäſsen p. 122, 129.
Luftwurzeln siehe Adventivwurzeln.

Milchsaftfasern (sogen. Gefäſse) eine niedere Entwickelungsstufe der Bastfasern p. 122, 123, 244, beide Formen sind den Gummifasern äquivalent p. 124, alle verlängern sich nicht in den Stamm der Palmen p. 125, verzweigen sich in die Zwischenzellräume des entfalteten Gewebes p. 256, 306, werden zuweilen später den Bastfasern ähnlich p. 257, bilden in der Rinde von Philodendron keine Korkzellen p. 372, in den Rinden der Cinchonen p. 282.
Mirbel's Zellenbildungstheorie p. 408.
Mohl's Zellenbildungstheorie p. 364, 366, 441, 452.
Mycelium wächst durch endogene Zellenbildung p. 4, ohne Zellkerne p. 27.

Naegeli's Zellenbildungstheorie p. 400.
Neubildung von Zellen in altem verholztem Gewebe p. 120, 121, 171, 177, 300, während der Umänderung der letzteren in Harz p. 314.

Oedogonium, Bau und Entwickelung p. 374—385.

Organische Basen deren Gehalt in den Cinchonen abhängig von dem Clima p. 171, 271 werden während der Vegetation als Nahrungsstoff verbraucht p. 272.
Oel ätherisches, entsteht in Secretionszellen p. 44.

Palmenstamm, Entwickelung und Bau desselben p. 86—100.
Parthenogenesis im Sinne Sieboldts, weder bei Caelebogyne wie Al. Braun behauptet p. 328, noch bei den übrigen Pflanzen vorkommend p. 342.
Phragmotrichum Mycelium, Sporangien, Sporen, Keimung p. 4, 25, 27.
Pilzfrucht, Entwickelung derselben bei Agaricus p. 344.
Plattenzellen, sternförmige, in den Scheidewänden der Saftkanäle der Monocotylen p. 311.
Polarität der Gliedzellen von Cladophora p. 386, Ursache derselben p. 388 scheint den Spirogyren und der Mougeotia zu fehlen.
Pollen, Entwickelung aus vier freien Zellen neben der verkümmernden Kernzelle p. 42, Bau desselben p. 329, 409.
Primordialschlauch, Mohl's, als Bildungsstätte von Zellhäuten existirt nicht in der Natur p. 382, 397 jede Haut der ineinander geschachtelten Zellen eines Zellsystemes, wächst vielmehr selbstständig p. 441.

Reproductionszelle p. 78.
Resorption der äufsersten ältesten Zellwandungen der das Zellgewebe zusammensetzenden Zellsysteme p. 299, 434; der Absonderungsstoffe der Mutterzelle durch die sich entwickelnden Tochterzellen mit gleichzeitiger Neubildung in diesen p. 377.
Ringfalten der Zellhaut von Oedogonium p. 374, abwärts verlängerte Ringfalten p. 382, von Cladophora p. 397—399, von Spirogyra p. 431—433 vergröfsern sich während 2—12 Wochen nicht bis in die Mittellinie der Zelle p. 452, 453, werden endlich resorbirt p. 426, 453.

Saamenlappenanhang bei Zizania p. 354.
Saccharomyces, Art des Wachsthums p. 22, Struktur desselben p. 26, Entstehung aus Zellsaftbläschen und Pilzgewebe p. 194, 208.
Saftdruck in Palmenwurzeln während ihrer Absorption von Kohlensäure p. 128, also ohne Mitwirkung von Blättern p. 129.
Scheidewandbildung durch Tochterzellen bei Pilzen p. 24, in den Gliedzellen von Oedogonium p. 374, Cladophora p. 399, Spirogyra p. 26, 451.
Schichtenwachsthum der assimirenden Zellmembran p. 437.
Schleiden's Zellenbildungstheorie, Critik derselben p. 76.
Schleim, Entstehung durch Umwandlung der assimilirenden Zellmembran p. 302.
Schwärmsporen von Vaucheria, deren Entwickelung aus mehreren Chlorophyll enthaltenden und leeren Zellen p. 233—235; mit Wimpern bedeckt, welche verlängerte Epidermalzellen der Sporen sind p. 234, ihre Keimung und Wurzelung p. 236.
Secretionszelle entsteht ohne Kernzelle p. 445 innerhalb des Zellsaftes einer Vegetations- oder Reproductionszelle p. 454 und erzeugt eigenthümliche Absonderungsstoffe p. 70, 79, 446; bei Cladophora p. 389 erhalten sie zuweilen verdickte Häute p. 394; zum Theil mit wasserhellem Inhalte (sogen. Vacuolen) p. 392 haben eine der Diosmose fähige Membran p. 393 ebenso bei Spirogyra p. 416 und allen übrigen Confervaceen und Desmidiaceen p. 420. Diejenigen der primären oder secundären Zellen werden durch die sich entwickelnden secundären oder tertiären Zellen, die der Mutterzellen durch die sich entwickelnden Tochterzellen resorbirt p. 378, 379.
Spaltöffnungen, Bau und Entwickelung derselben p. 206, 315.
Spirogyra, Bau p. 2, 27, 414 und Conjugation p. 2, Spitzenwachsthum p. 2, 425. Sp. Hornschuchii (Weberi Ktz.) enthält zwischen zwei Gliedzellen eine kleine Zelle eingeschlossen p. 231, 449.
Sporen, Bau derselben p. 333.
Stamm, Bau desselben bei Palmen p. 88, Monocotylen p. 147, Farrnen p. 161, 173, 192, Nyctagineen und Amaranthaceen p. 182, Cecropia peltata p. 245, Passowia p. 226.
Staubgefäfskreise, innere, entstehen früher als die äufseren in der Cacteenblume p. 352.
Stärke siehe Amylumbläschen.
Stickstoffverbindungen, organische, sind Nahrungsmittel für Conferven etc. p. 449, befördern Zellbildung und Entwickelung von Chlorophyll p. 450.
Stoffmetamorphose der Häute verschiedener ineinandergeschachtelter Zellen einer Gewebzelle p. 436, 437 und deren vollständige Formentwickelung ohne Einwirkung eines sogenannten Primordialschlauches p. 435.

Temperaturveränderungen, Wirkungen derselben auf die Pflanzen p. 358, auf Farrnbäume p. 359, auf Aesculus p. 362.

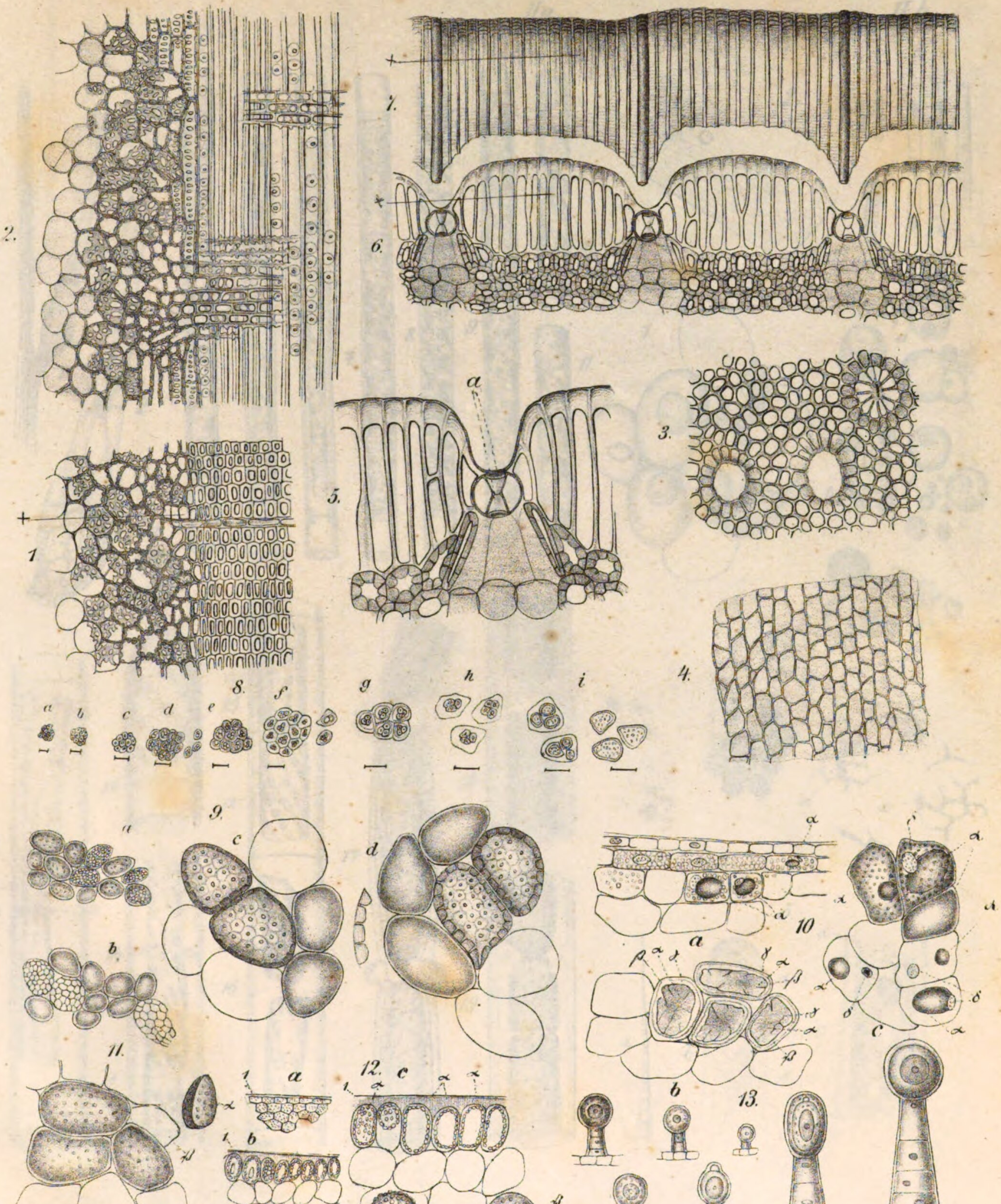
Transformation der Zellwandungen normale und abnorme p. 315.
Tüpfelzellen, Entwickelung derselben bei Podocarpus und den übrigen Coniferen p. 177.

Vacuolen sind zartwandige Zellen im trüben Zellsafte p. 392.
Vasa propria p. 115.
Vaucheria enthält Tochterzellen p. 230 mit kryst. ovalsauren Kalk p. 230, Entwickelung der Schwärmsporen p. 233, Geschlechtsorgane 237, Befruchtung p. 239.
Vegetatio peripherica im Sinne früherer Autoren findet nicht statt p. 159.
Vegetatio peripherico — terminalis w. v. p. 183, 185.
Vegetatio terminalis desgl. p. 174, 183.
Vegetationszelle p. 70.
Verholzung der Gewebe folgt nicht gleichmäfsig ihrer Anlage p. 112.
Viscin, Entstehung desselben p. 218, 300, 301.

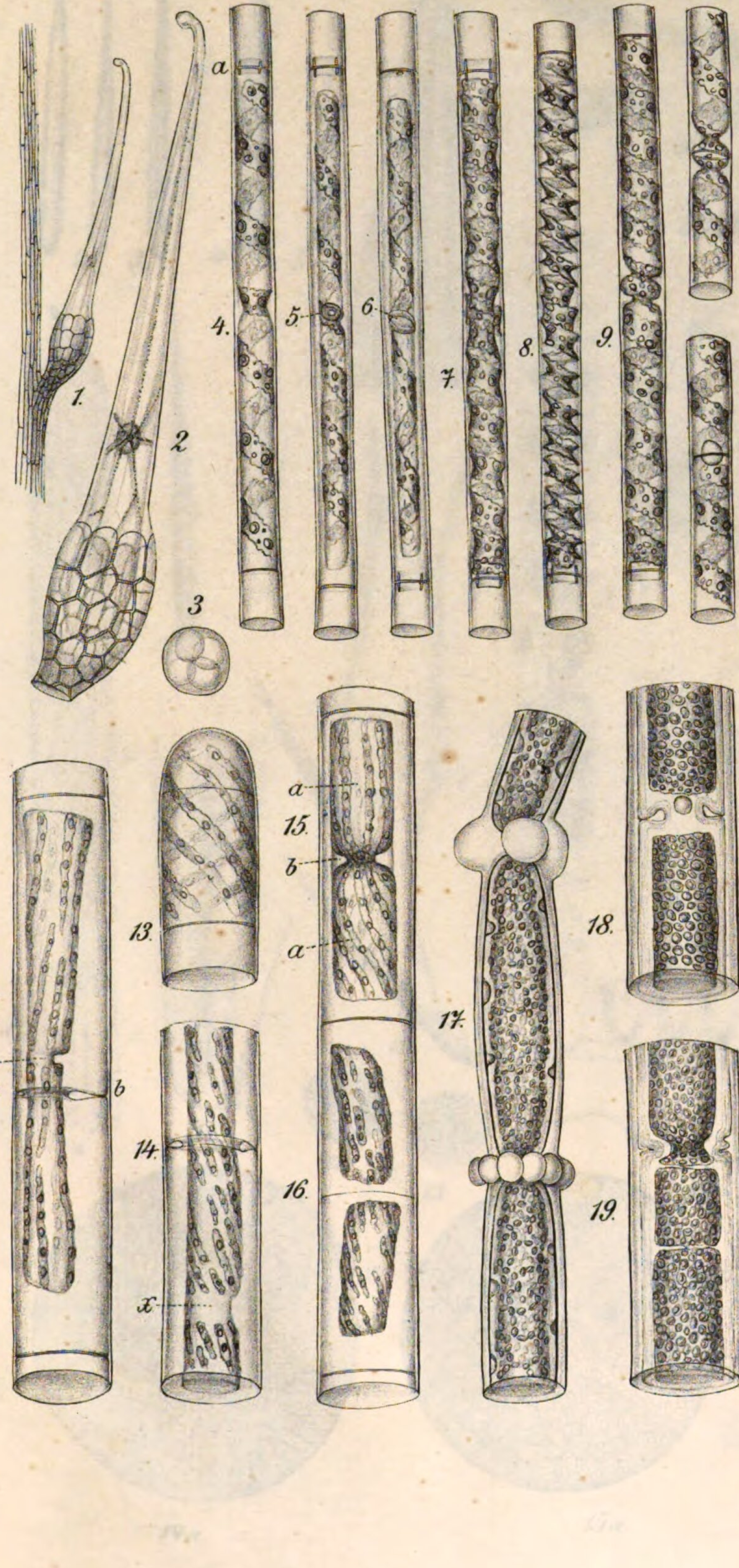
Wachs, Inhalt von Secretionszellen p. 299, Assimilationsprodukt der Zellmembran p. 107, 298, 313; nach vorgängiger Harzbildung p. 315; elementare Zusammensetzung desselben p. 108.
Wachsen der Zellen mit Stoffänderung verbunden p. 254.
Wurzel, Entwickelung und Bau bei Palmen p. 118—134, bei Farrnen p. 174, 162, Cecropia p. 250, Loranthus p. 220, Entstehung als Verlängerung der Gefäfsbündel von Lycopodium p. 193, 164.
Wurzeläste entstehen zuweilen durch unmittelbare Theilung der cambialen Spitze p. 125, gewöhnlich an dem Cambiumcylinder der Wurzel p. 123.
Wurzelmütze, characteristisches Organ der wirklichen Wurzeln der Gefäfspflanzen p. 118, 162 unterscheidet Wurzel- und Stammende des Keimlings, fehlt daher keiner echten Wurzel p. 158, 251, Bau und Function derselben p. 119, 125—134; Gewebe derselben bei Colocasia p. 190.
Wurzelzelle von Cladophora p. 397.

Zelle, Bildung, Entwickelung und Bau p. 8, 365, 443; entsteht ohne Kern als höchst kleines Bläschen p. 70, 368, 374, 396 u. a. a. O., siehe Bläschen, besteht aus einer Anzahl ineinander geschachtelter Zellen mit diesen ein zusammenwirkendes Ganzes, ein Zellsystem bildend p. 78; aus 5 endogenen Generationen p. 40, 422. Die Gewebzellen scheinen stets, aufser der noch unentwickelten Kernzelle, wenigstens eine entwickelte Zelle zu enthalten p. 76; ihre Form scheint in vielen Fällen mit ihrer chemischen Constitution zu correspondiren p. 123, 129, 132, 414, in den Gefäfsen der Farrne enthalten sie zuweilen Amylum- und Chlorophyll-Bläschen p. 171, Polarität derselben p. 386.
Zellen (sogenannte nackte) p. 423, 454.
Zelle, secundäre, p. 2, 28, 34, ihre verdickte Haut dient als Reservenahrungsstoff p. 117.
Zelle, tertiäre, s. Zellkern.
Zelle, poröse, Entstehung derselben, sowie die der verwandten leiter- ring- netz- und spiralförmig verdickten Zellen, Fasern und Gefäfse p. 38, 246, 251, 255, 440.
Zelle, punctirte, p. 36, 40.
Zellenbildung und **Krystallisation** p. 72, 74, erstere nur ursprünglich aus homogener Flüssigkeit innerhalb des lebenden Organismus p. 78; in Oedogonium p. 375 bei der Korkentwickelung p. 368.
Zellenkrystalloide im Milchsafte von Jatropha Curcas p. 305.
Zellgewebearten des Palmenstammes p. 100, des Farrnstammes p. 171, von Cecropia p. 242, der Wurzelmütze p. 190.
Zellhaut, primäre, der Wurzelzelle von Cladophora wächst unabhängig von der Haut der secundären Zelle p. 397.
Zellhautfalten siehe Ringfalten.
Zellkern, eine in ihrer Entwickelung gehemmte Kernzelle p. 38 wird resorbirt bei der Entwickelung von Tochterzellen p. 378, besteht zuweilen aus mehreren Generationen endogener Zellen p. 422, fehlt den Pilzen p. 27, Zellkern der Pollenzelle und überhaupt aller Zellen entsteht vor dem Kernkörperchen p. 421, zum Theil Mutterzelle, für neue Gewebezellen p.423, 425 ihre Haut besteht aus Cellul. und enthält eine Krystalldruse p. 309.
Zellsaft, Kreisen desselben p. 423.
Zellstoff nur in einem gewissen Lebensstadium der Zellen, Grundbestandtheil der Zellwände p. 253.
Zellstoffbalken, Schacht's, p. 448.
Zellsystem p. 78, primäre Zellhaut desselben in der Regel strukturlos, secundäre, vollkommen entwickelt, meistens von complicirtem Bau p. 441.
Zellstoffmembran (Cellulosemembran) kein Secretionsgebilde p. 442, sondern das Assimilationsprodukt der ursprünglich wahrscheinlich stickstoffhaltigen Zellhaut p. 436.
Zwischenkörper, Fritsche's, des Pollens p. 329 bewirken die Poren desselben p. 330.
Zwischenzellstoff (Intercellularstoff) p. 433.

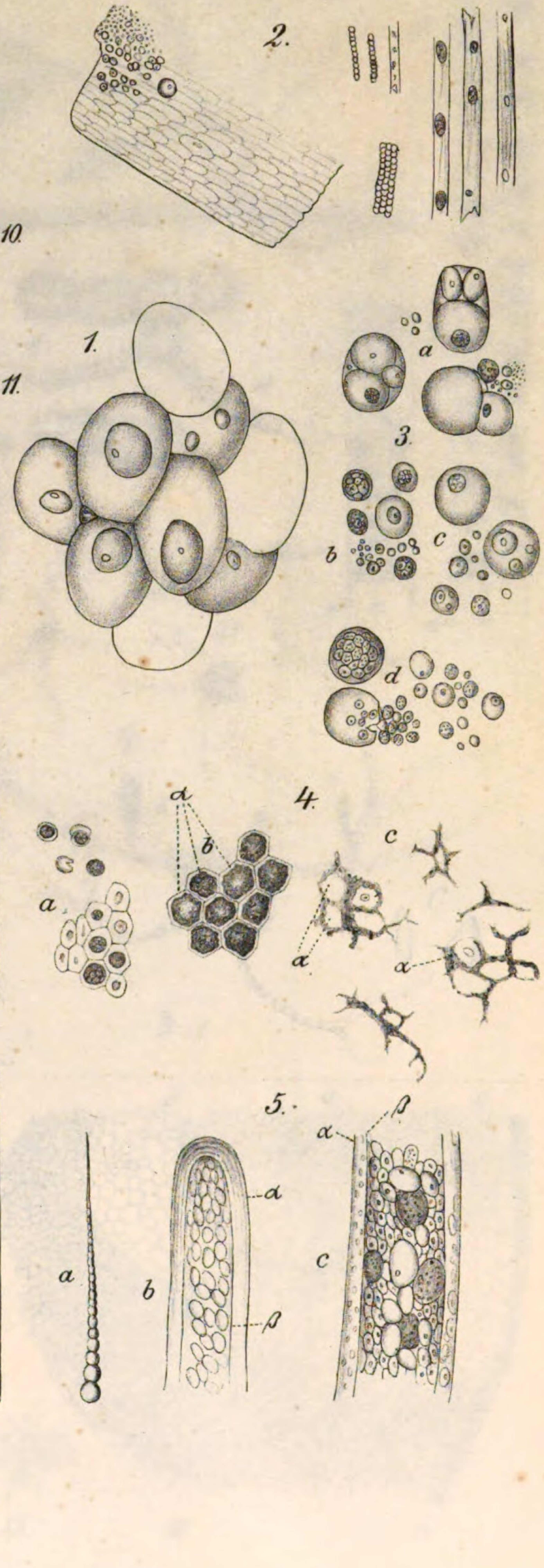
Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Stallschreiberstr. 47.

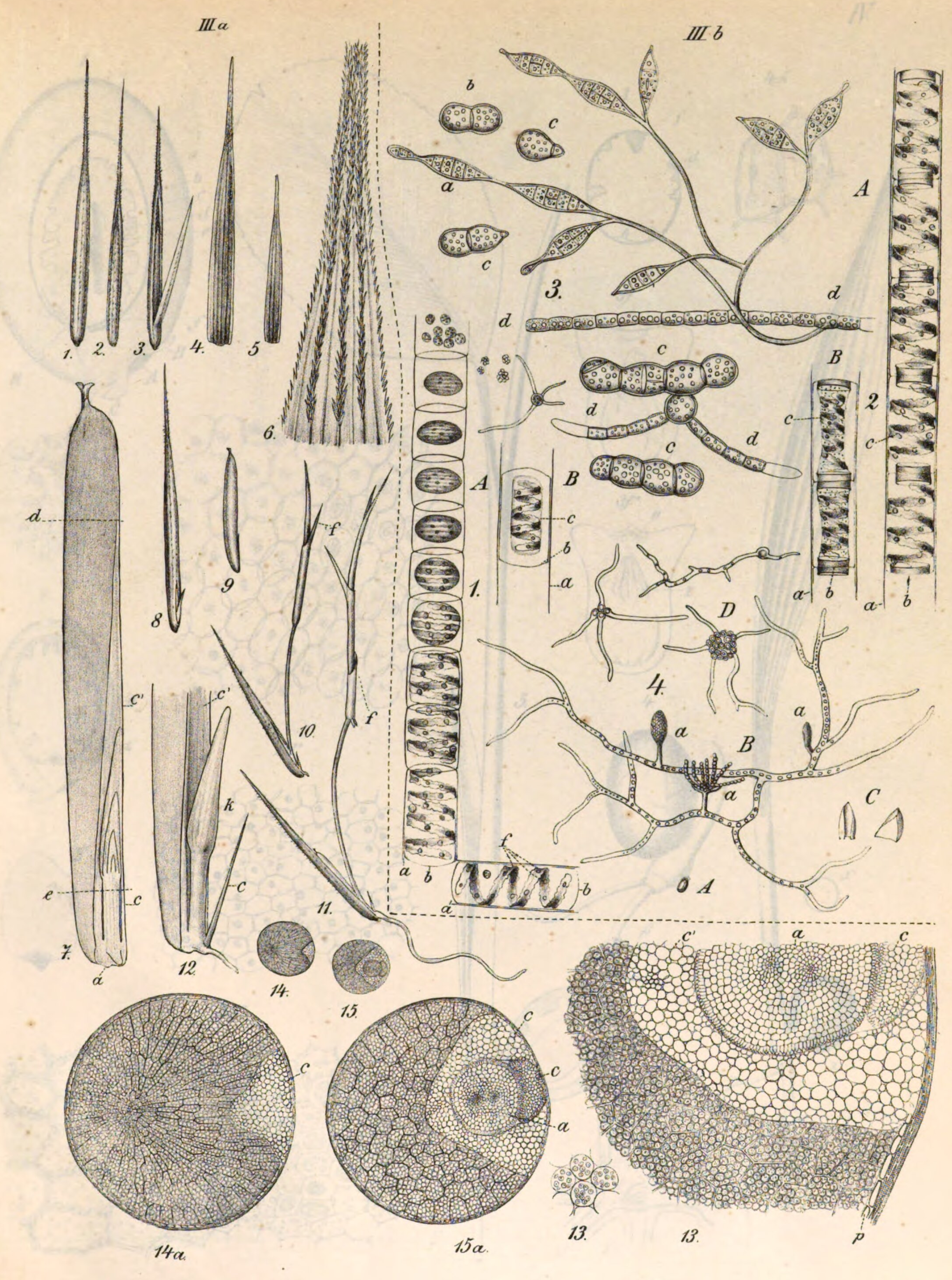

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10
11.
12.
13.

II a.

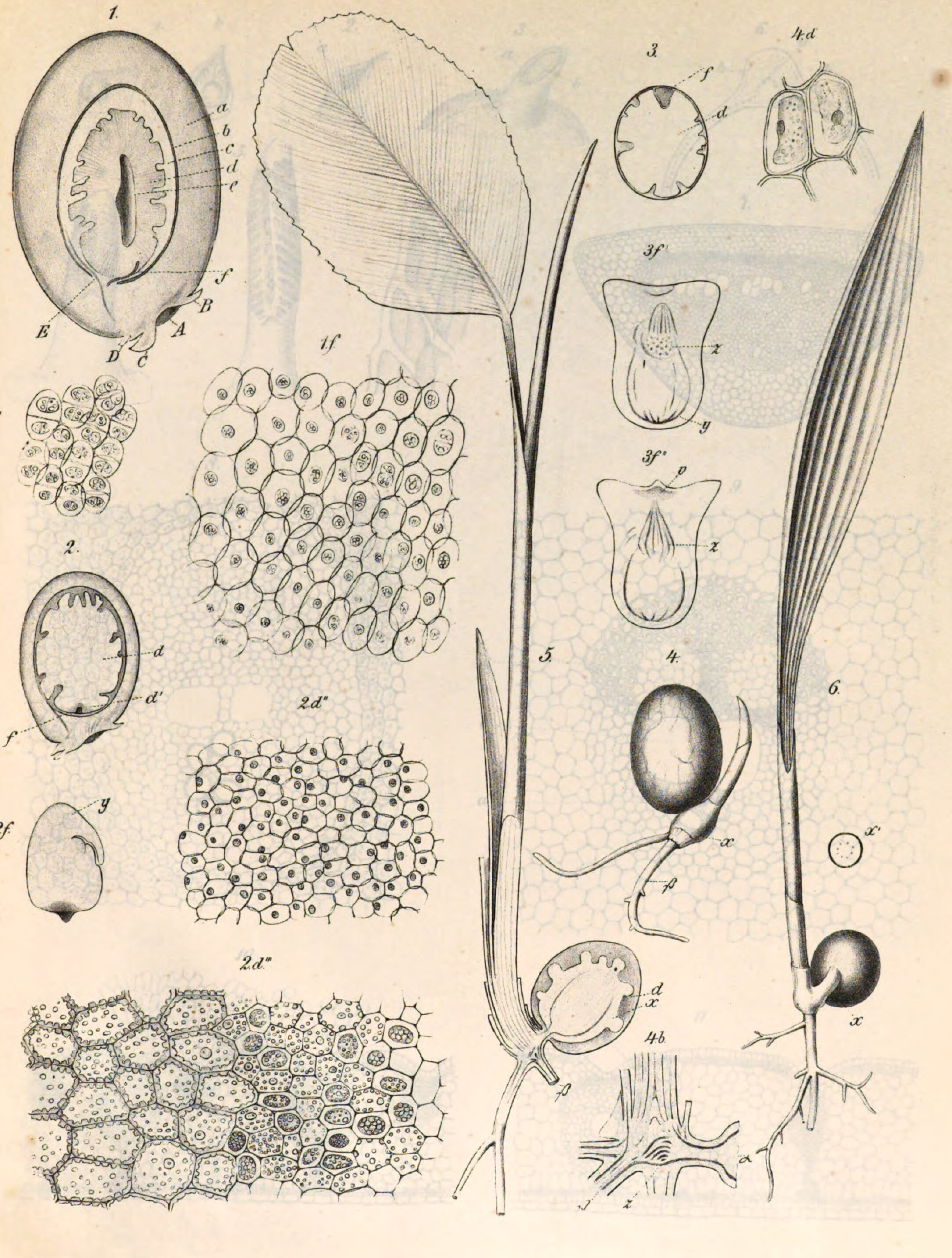


II. b.

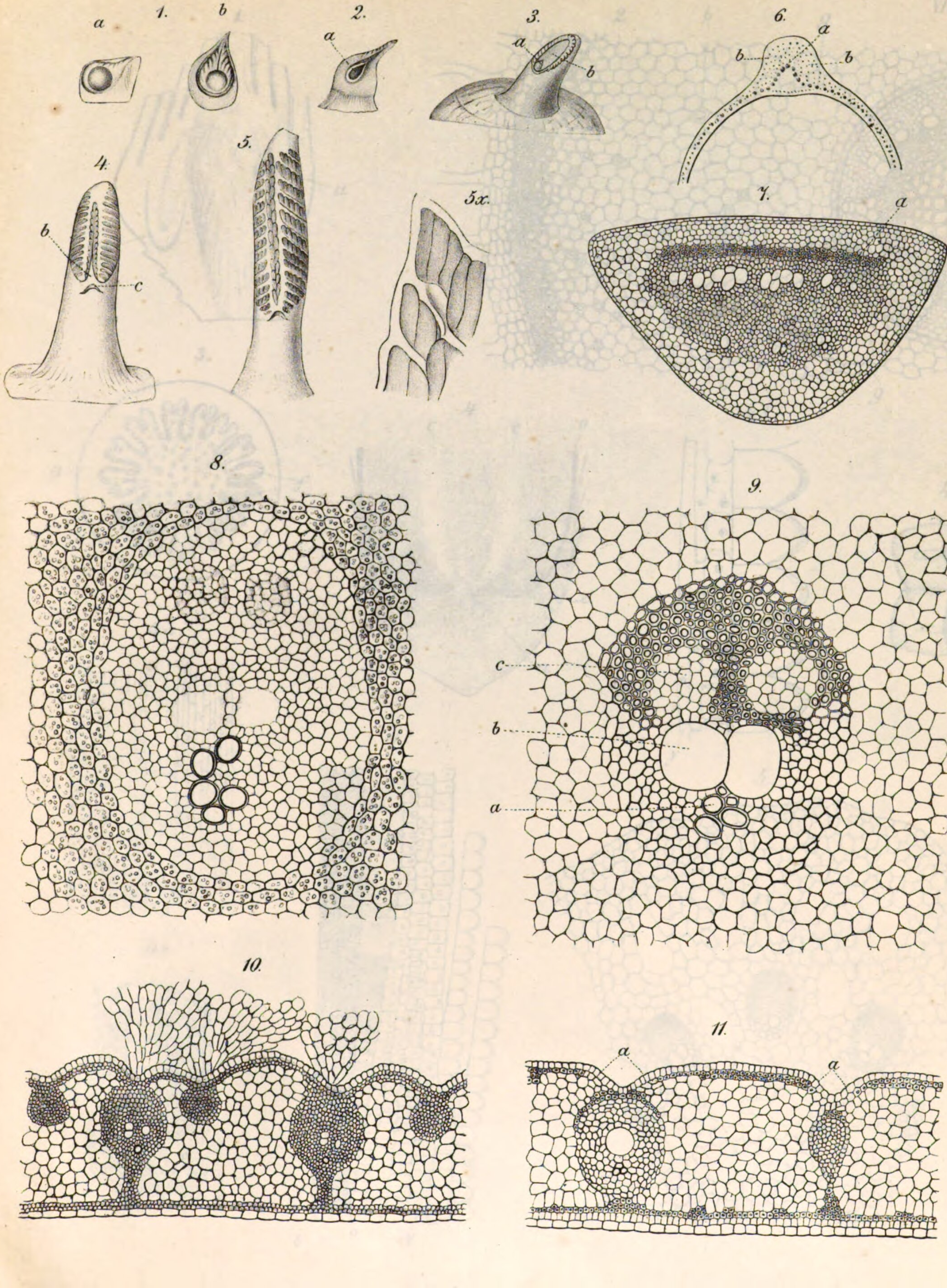



III a
III b
1.
2.
3.
4.
5
6.
7.
8
9
10.
11.
12.
13.
14.
15.
14a.
15a.
A
B
C
D

IV.

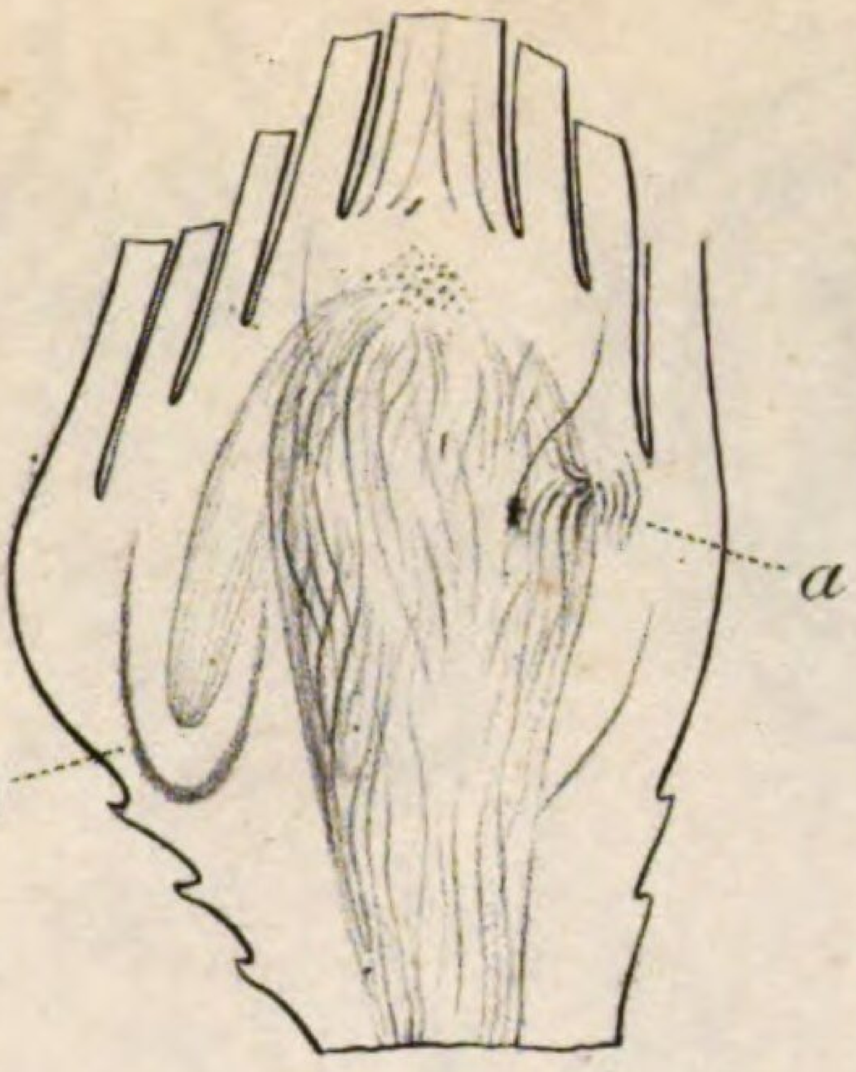

1.
a
b
c
d
e
f
E
B
A
D
C
1.d'
1.f
2.
d
d'
f
2f.
y
2.d''
2.d'''
3.
f
d
4.d
3f'
z
y
3f'
v
z
5.
4.
x
β
6.
x'
d
x
x
β
4b.
z

V.

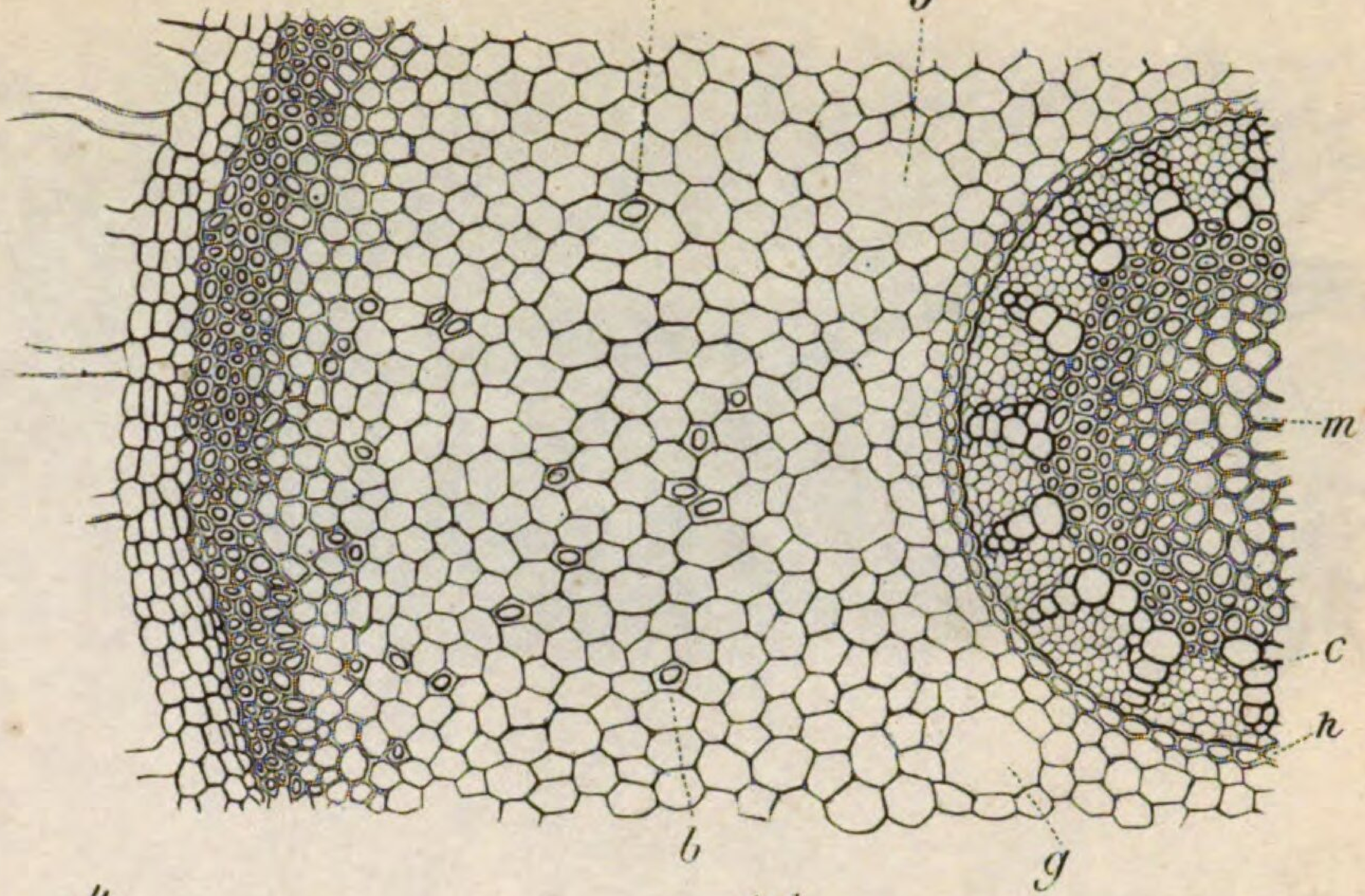


VI

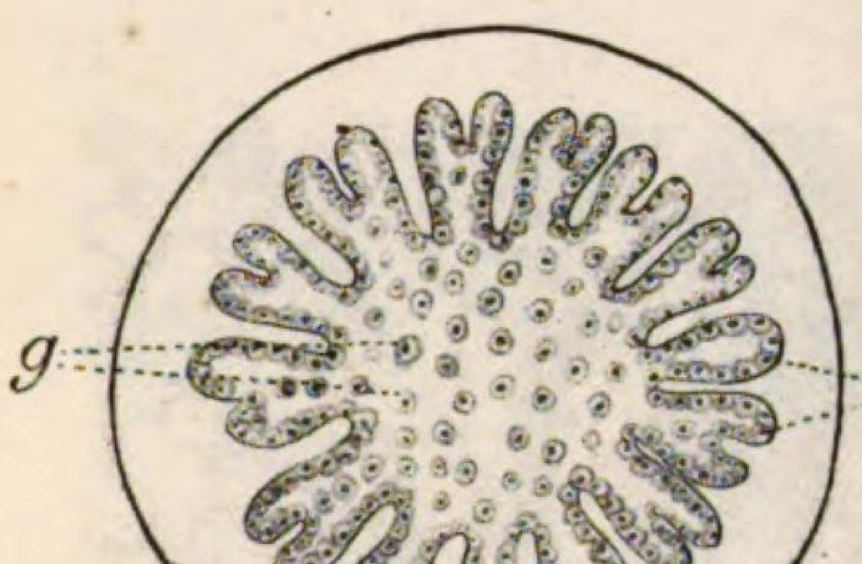
1.



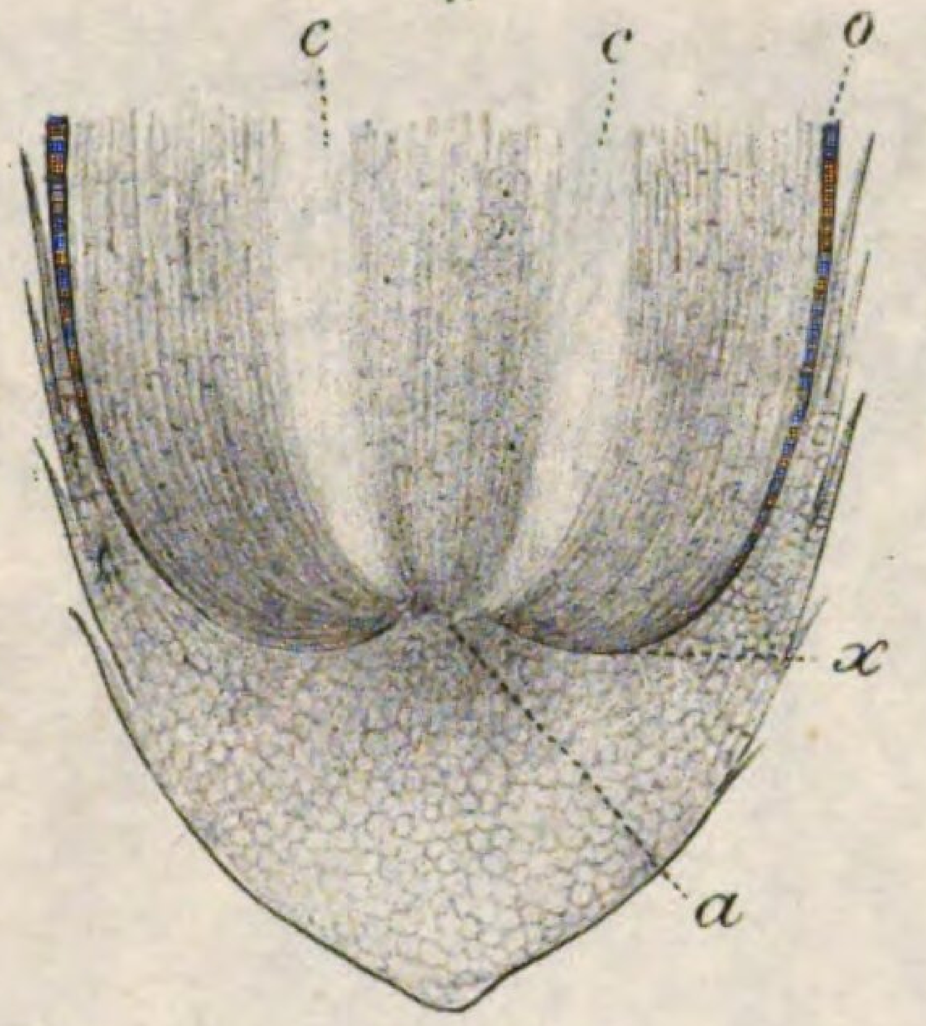
2.



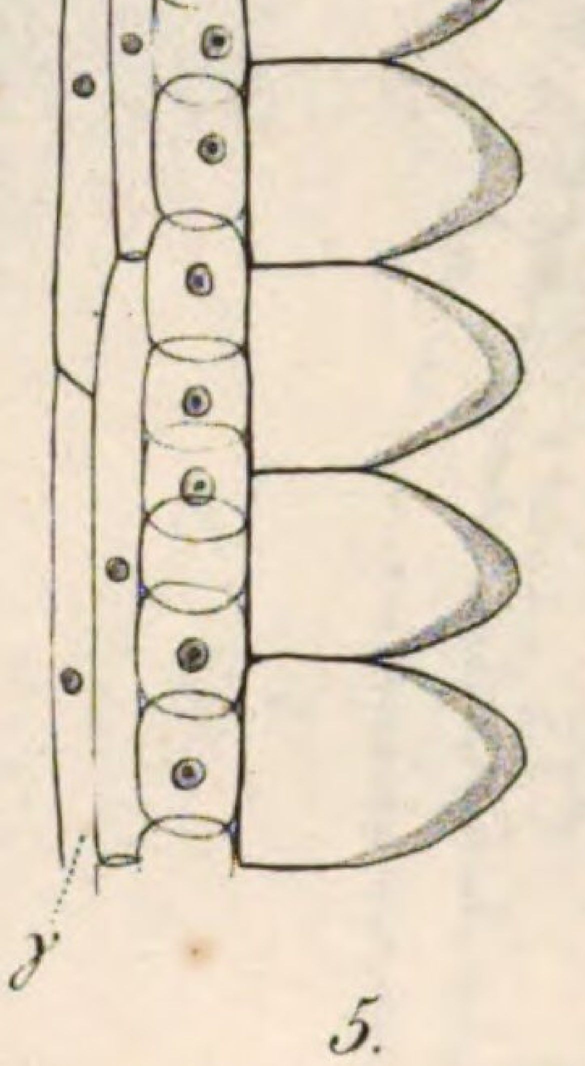
3.



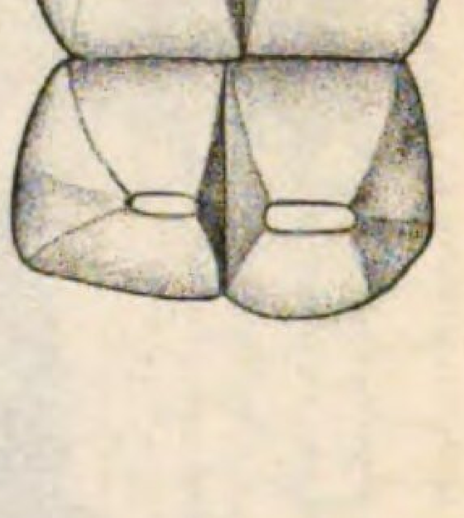
4.



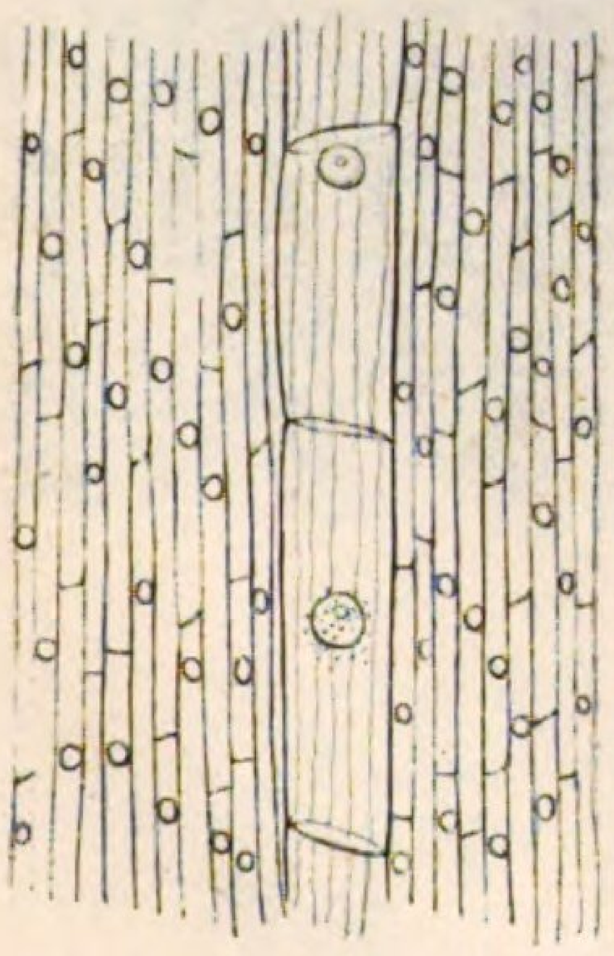
4.d.



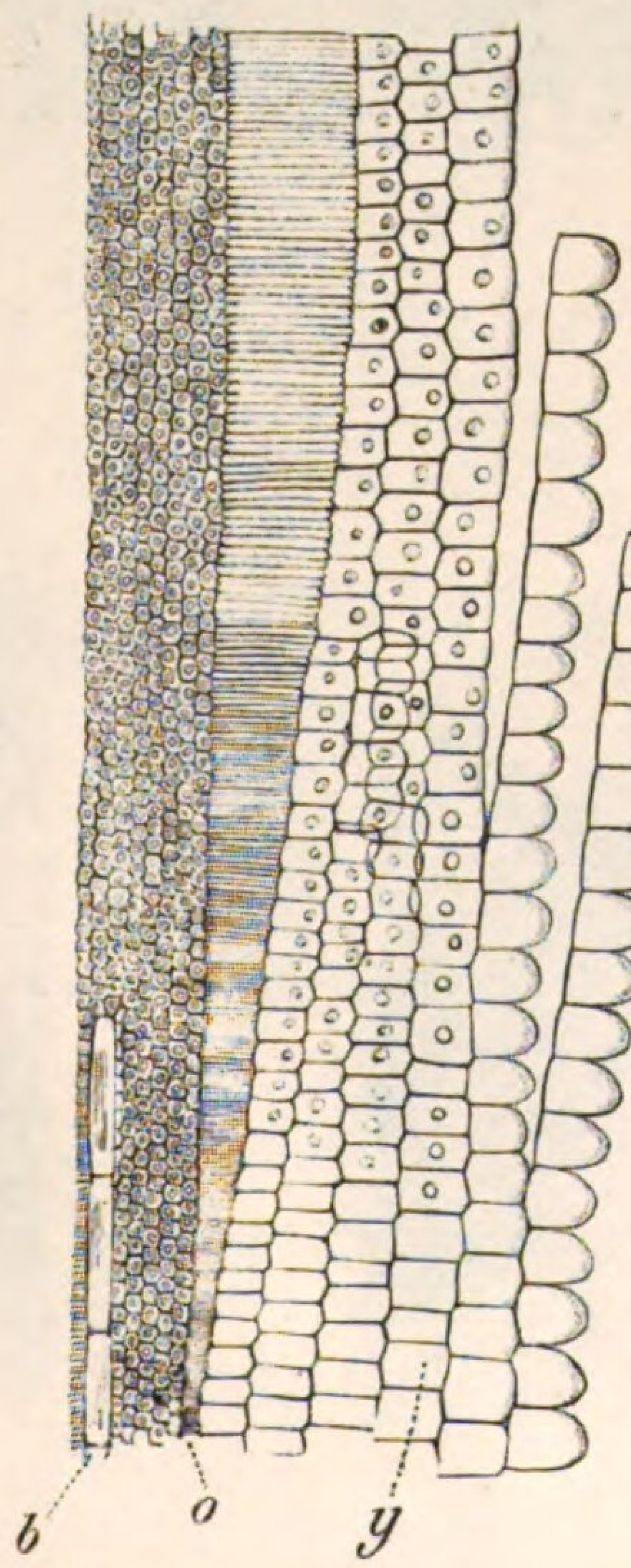
4.c.



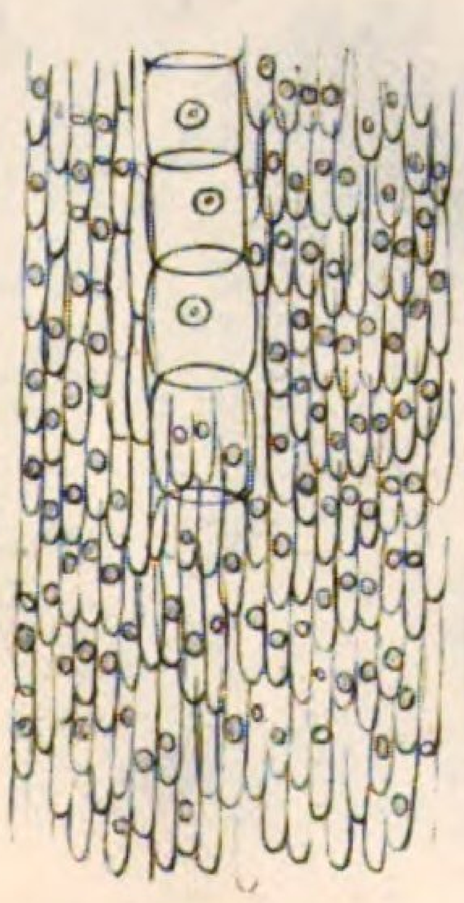
4.a.



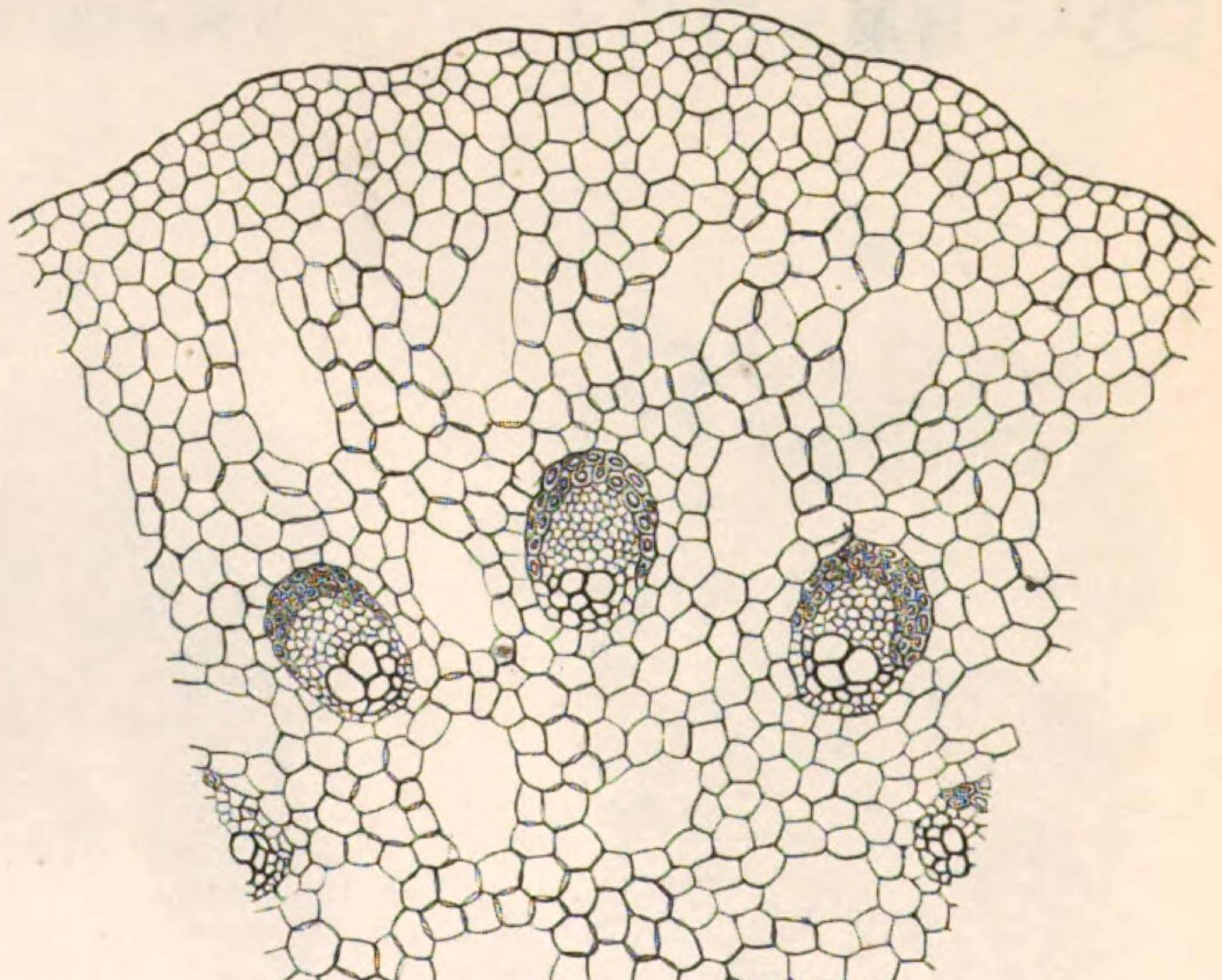
4.c.



4.b.

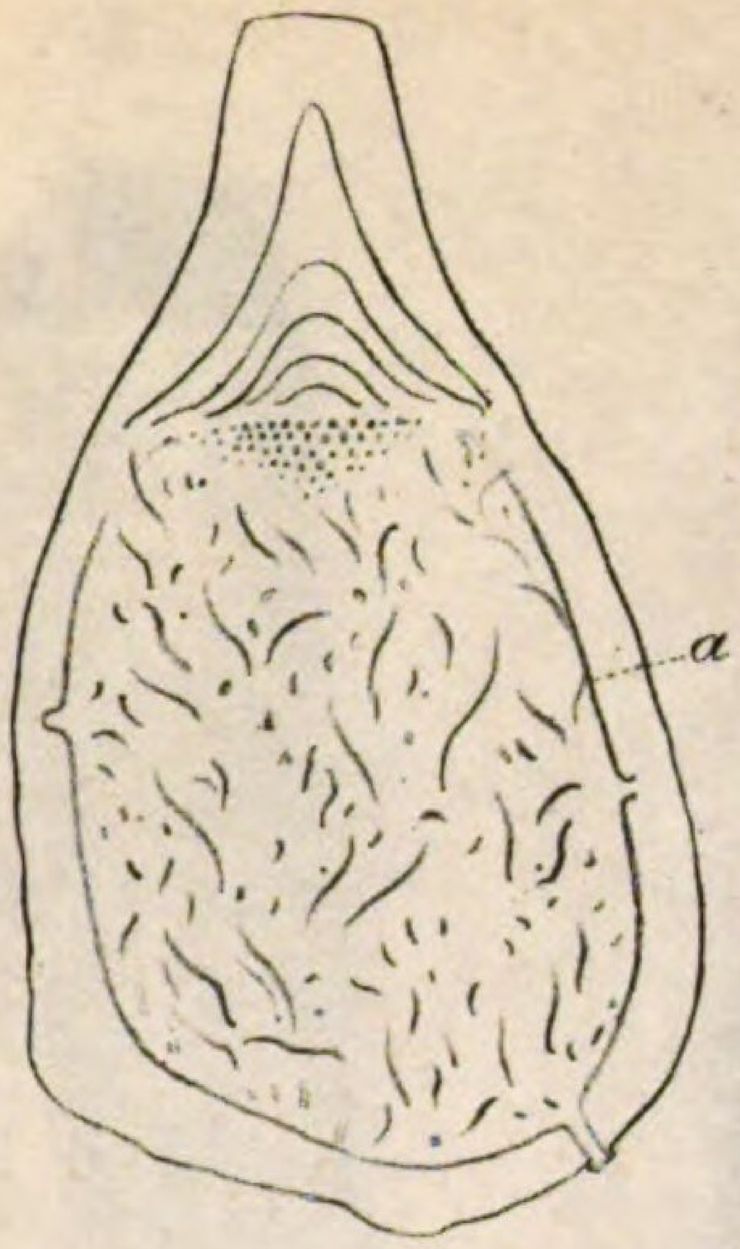


5.

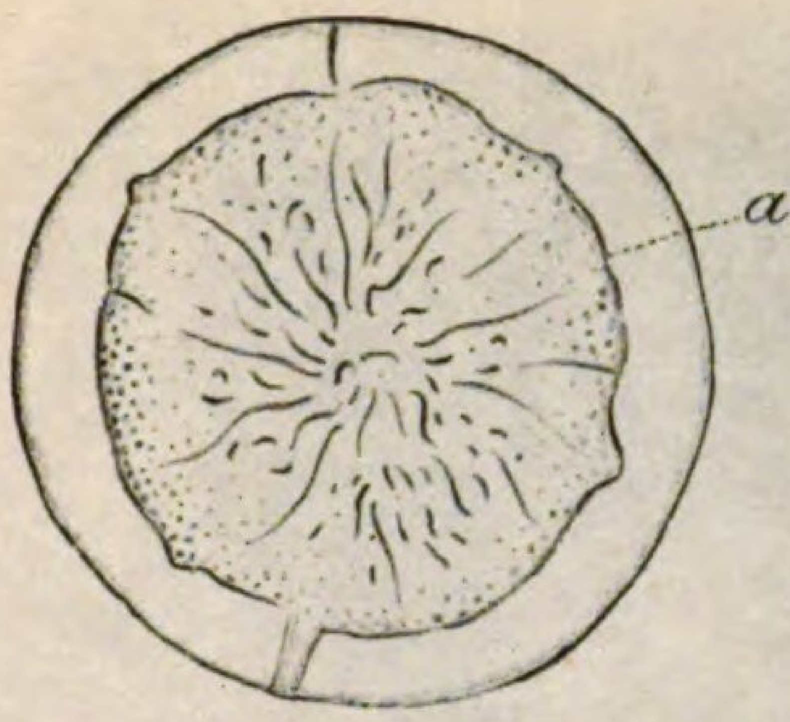


VII.

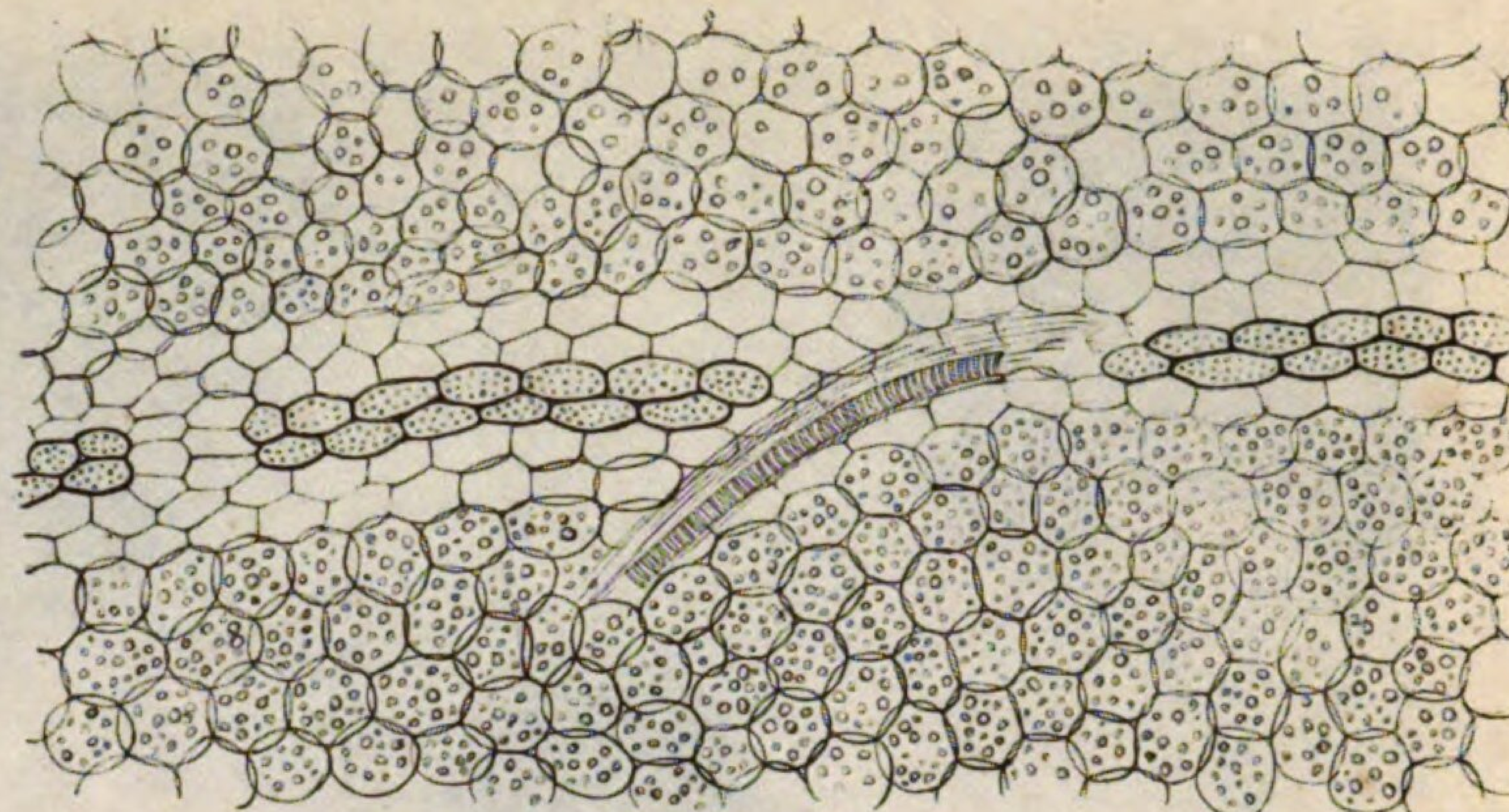
1.



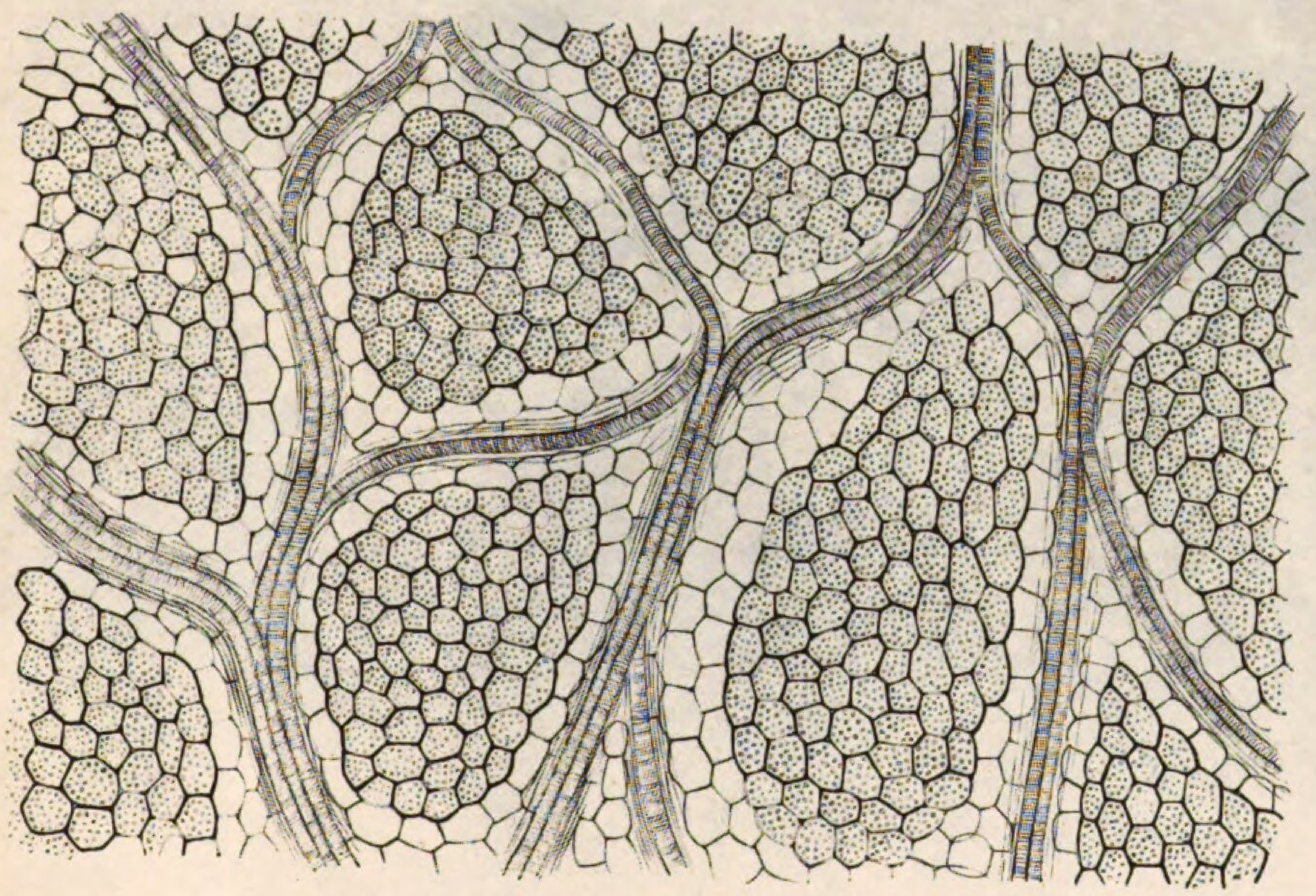
2.



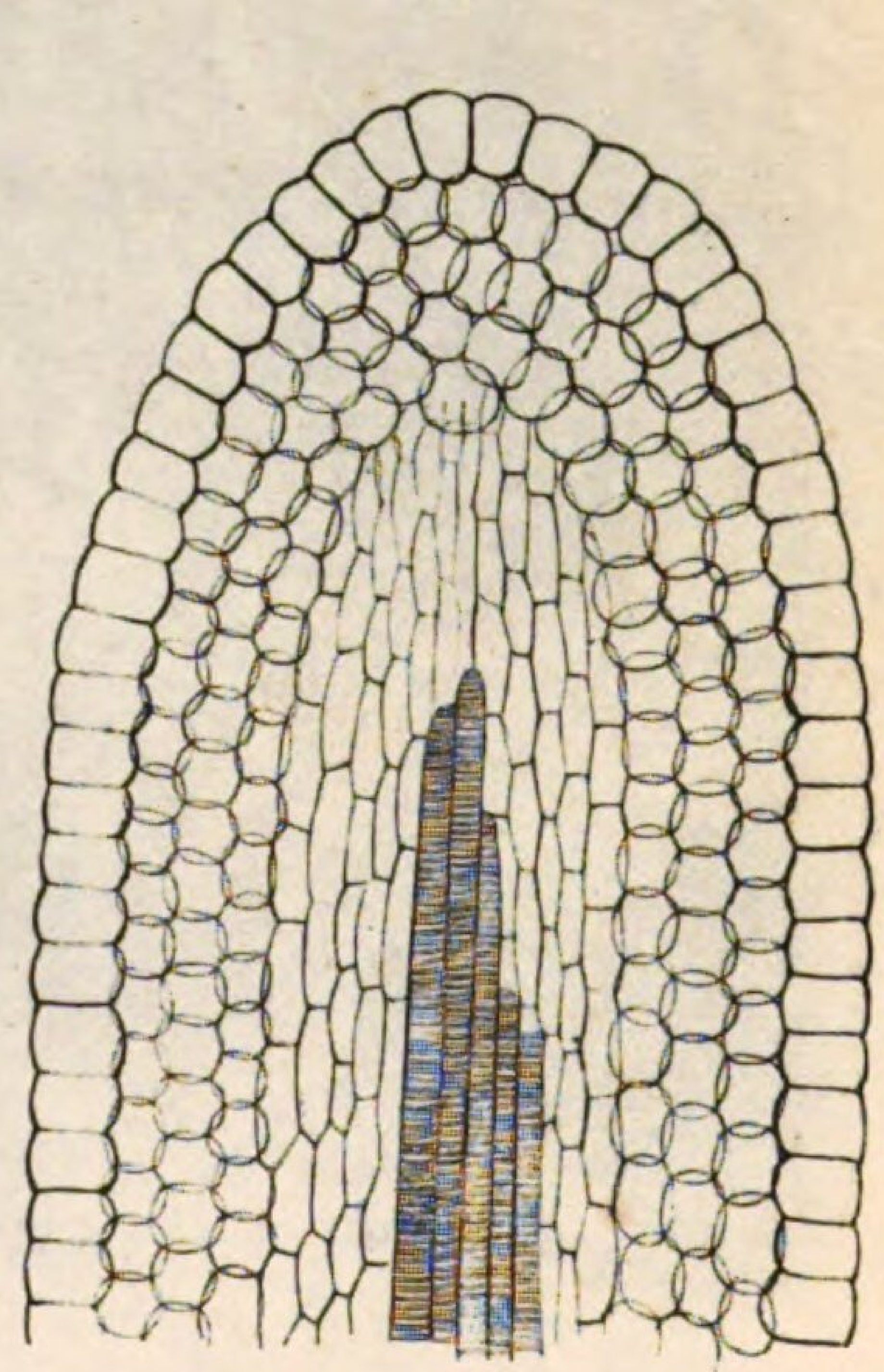
3.



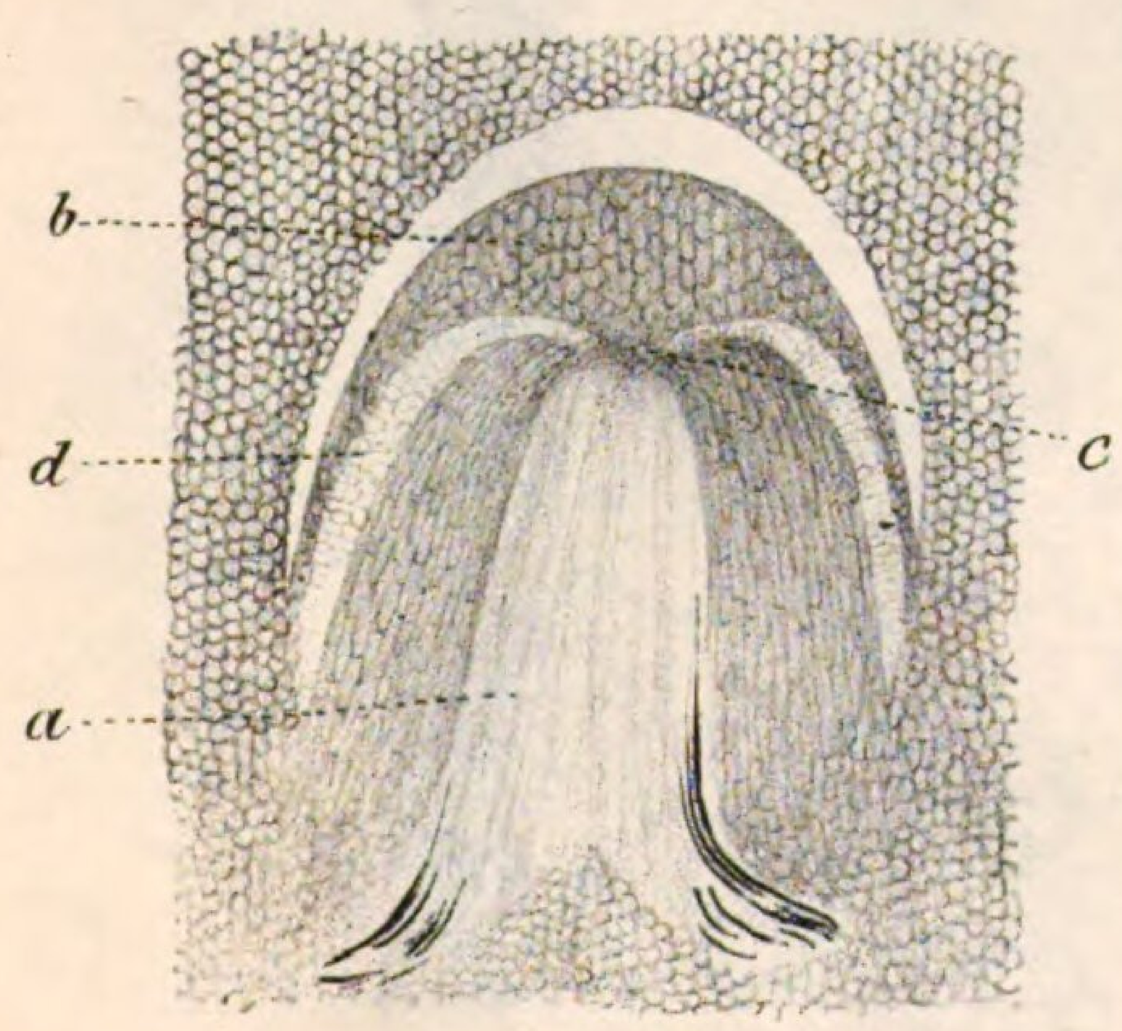
4.



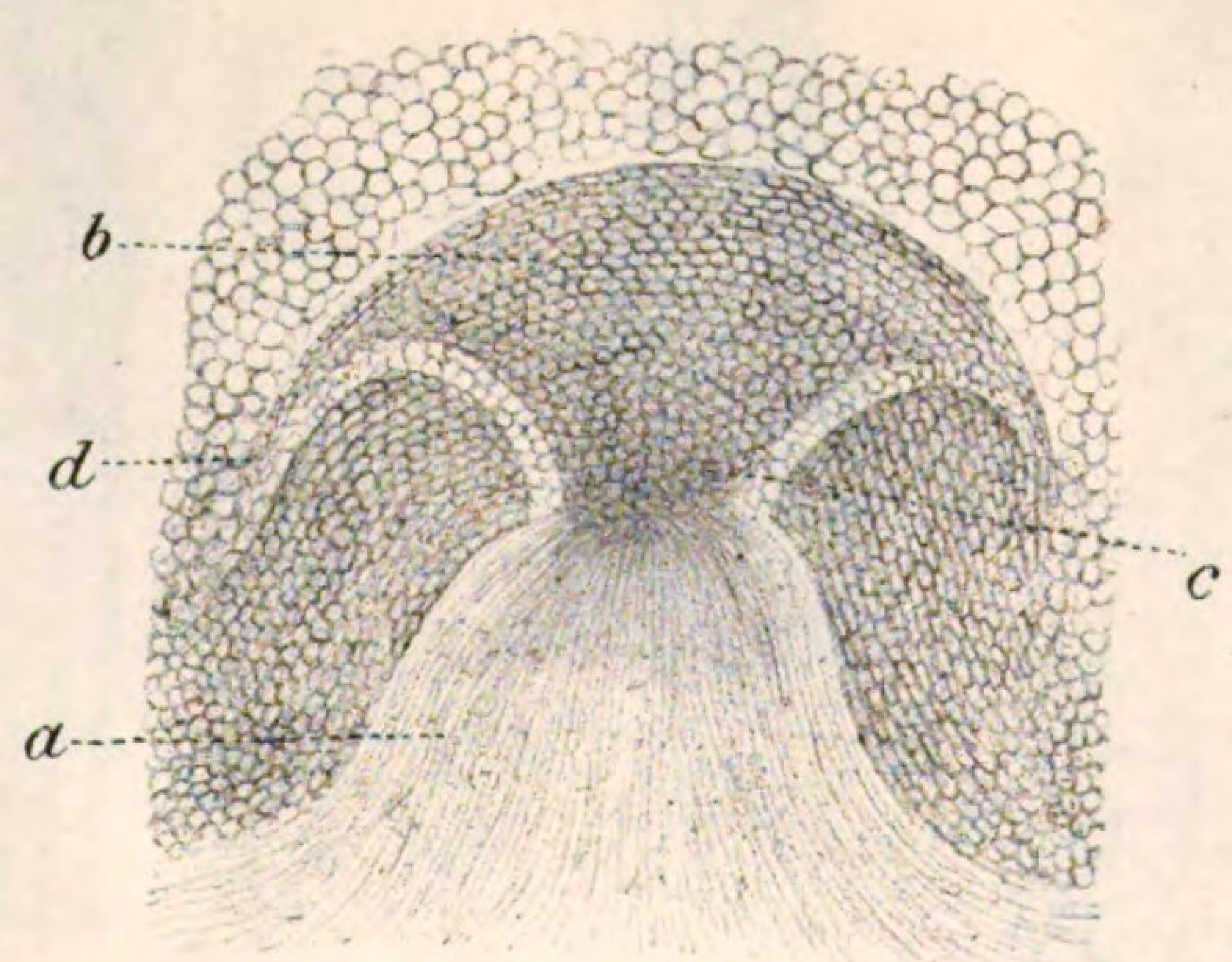
5.



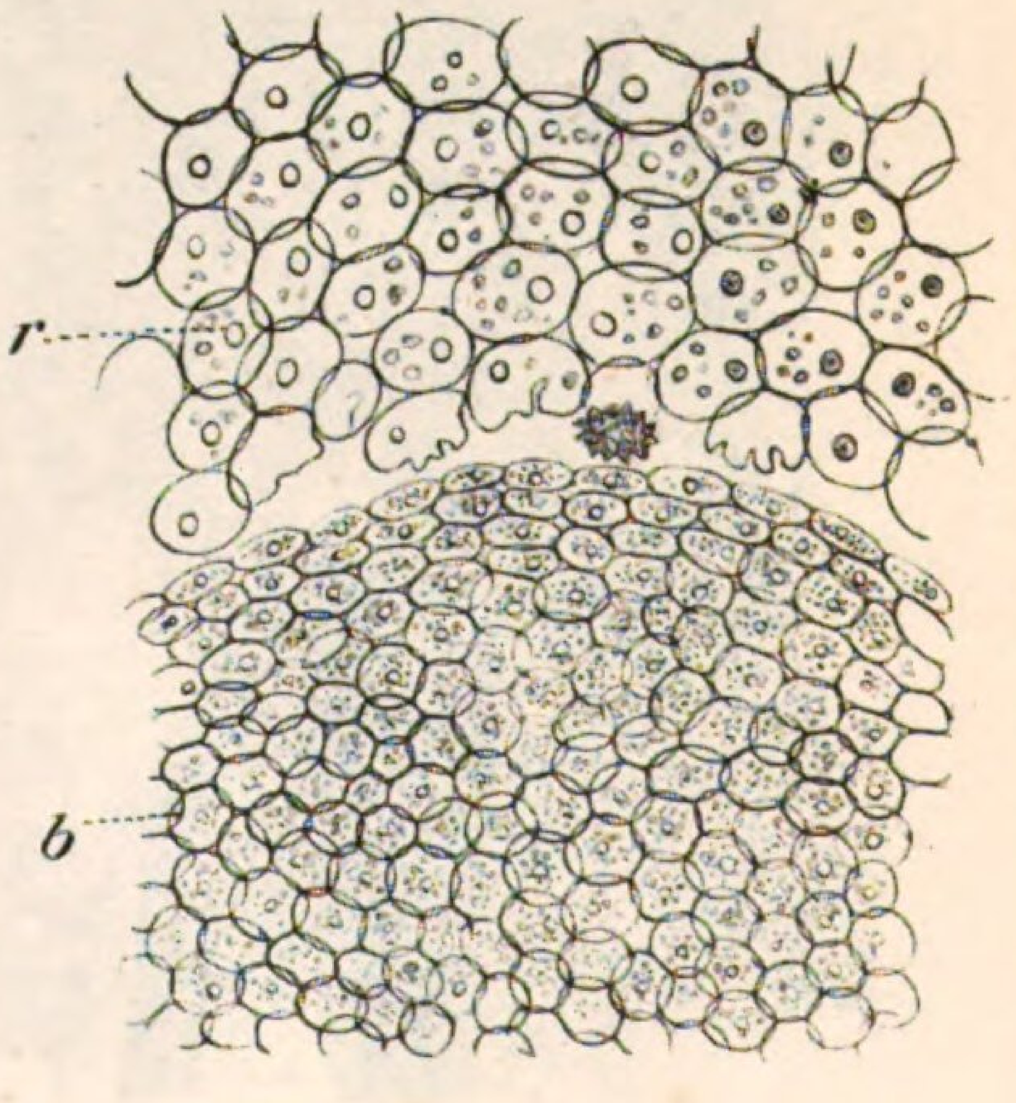
7.

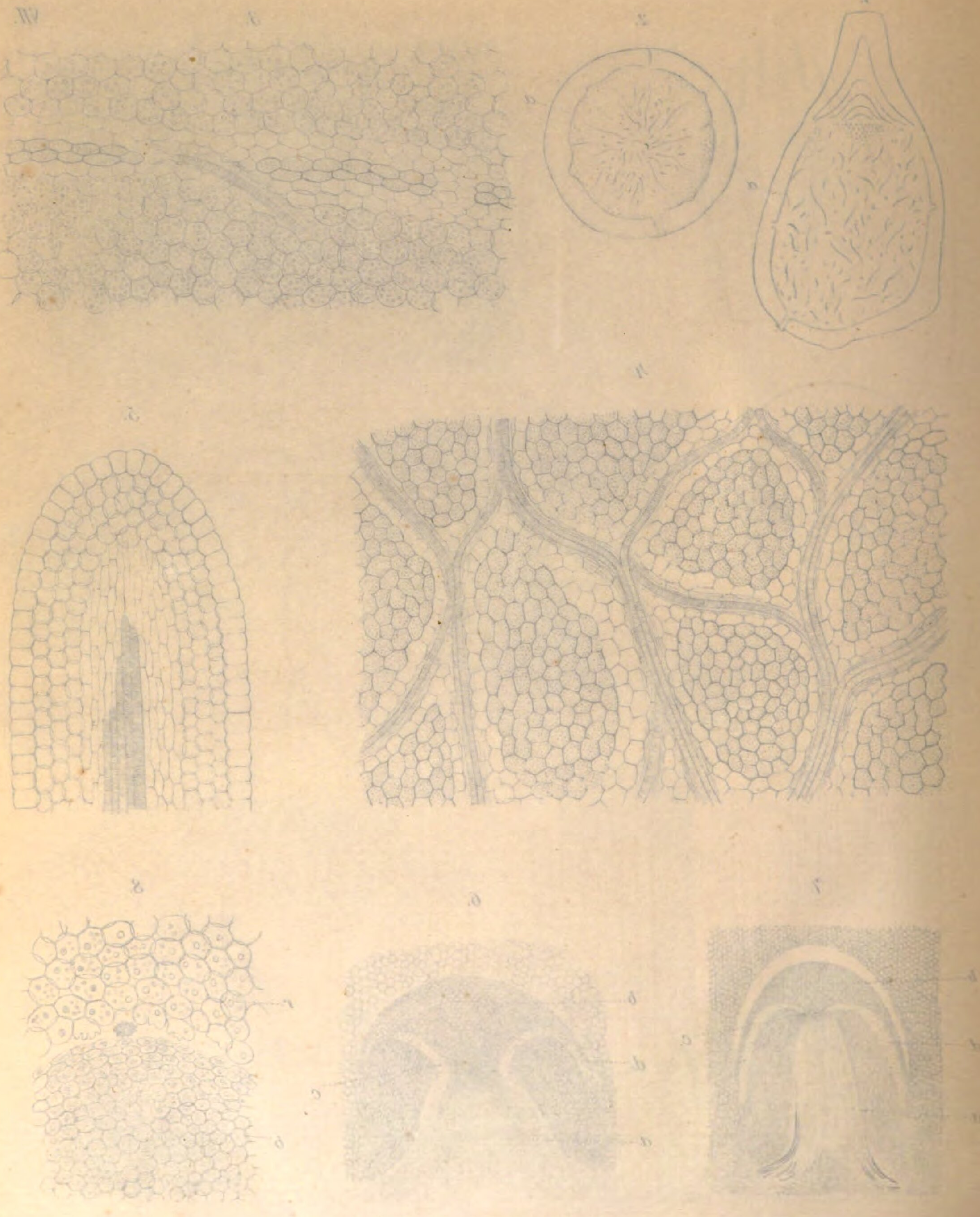


6.

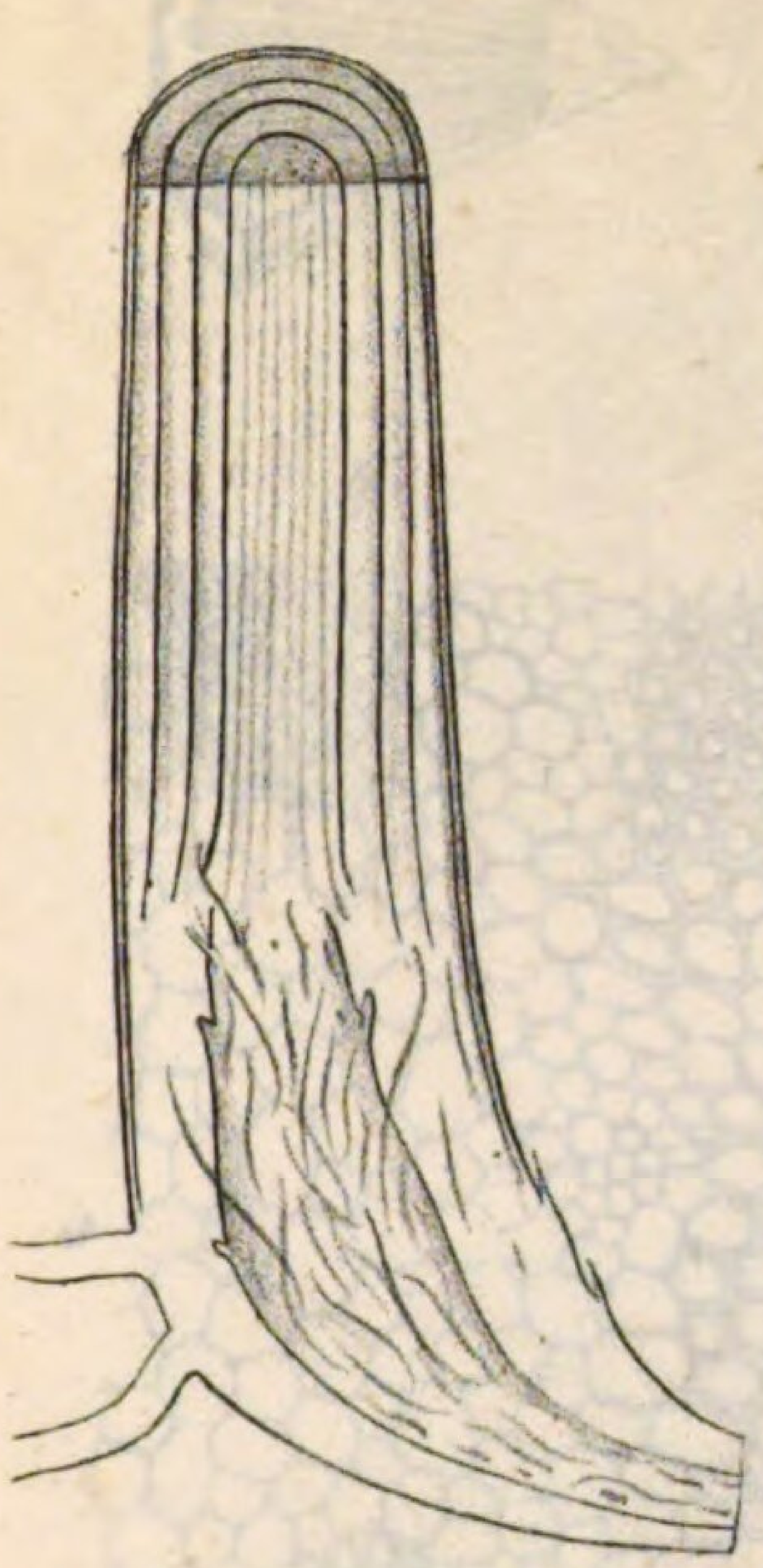


8.

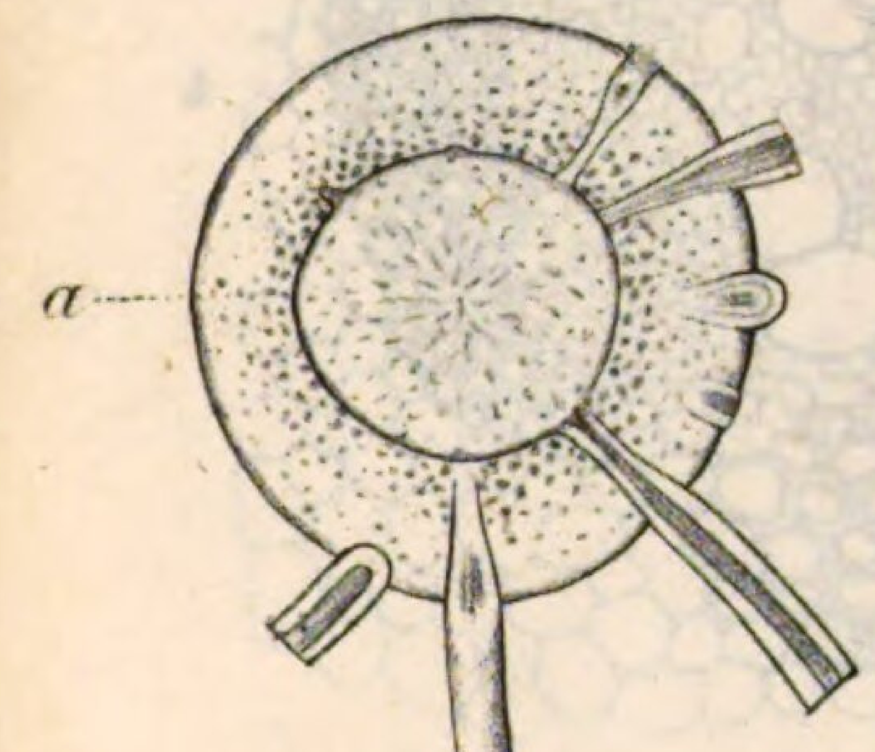




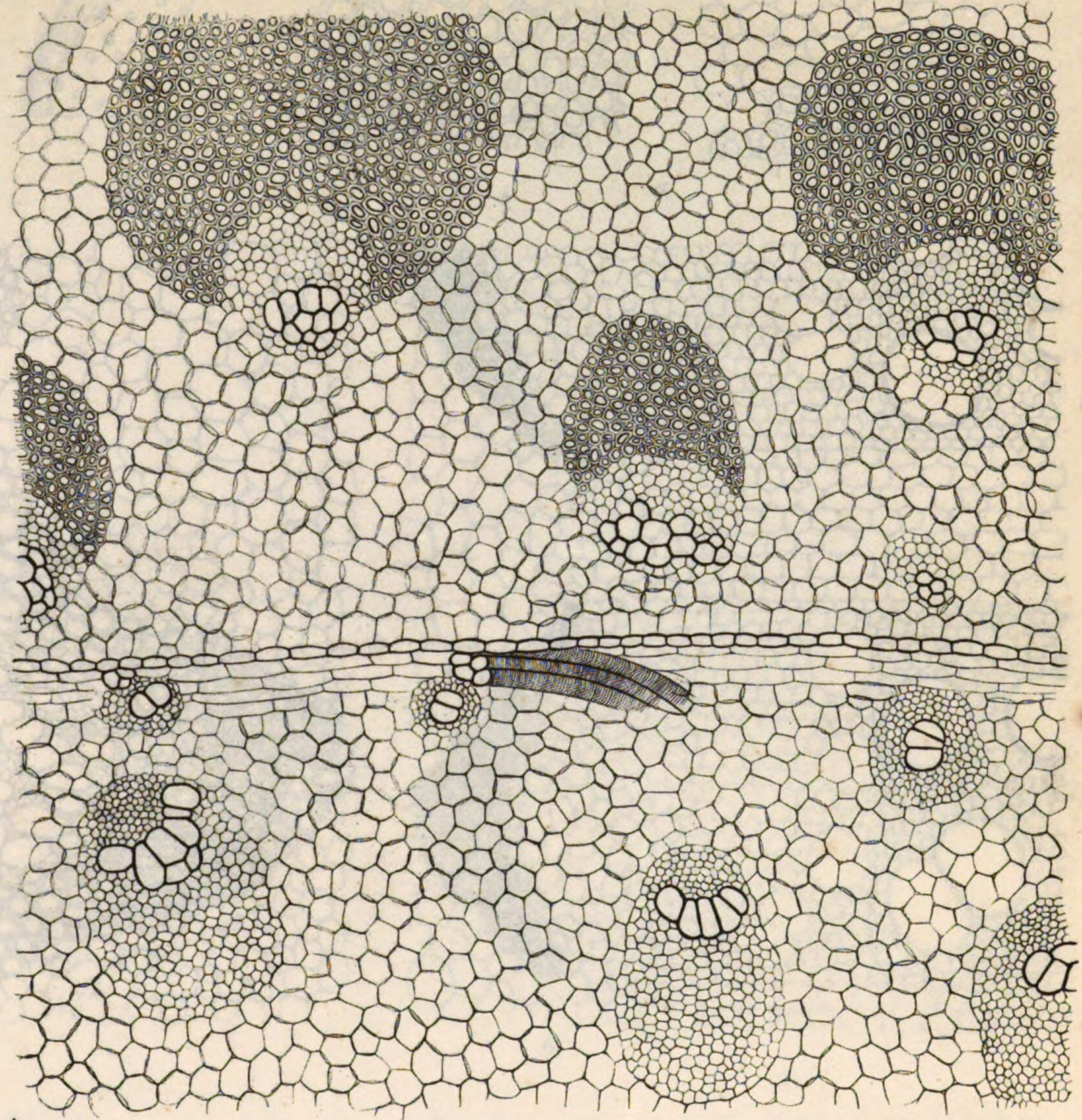
1.



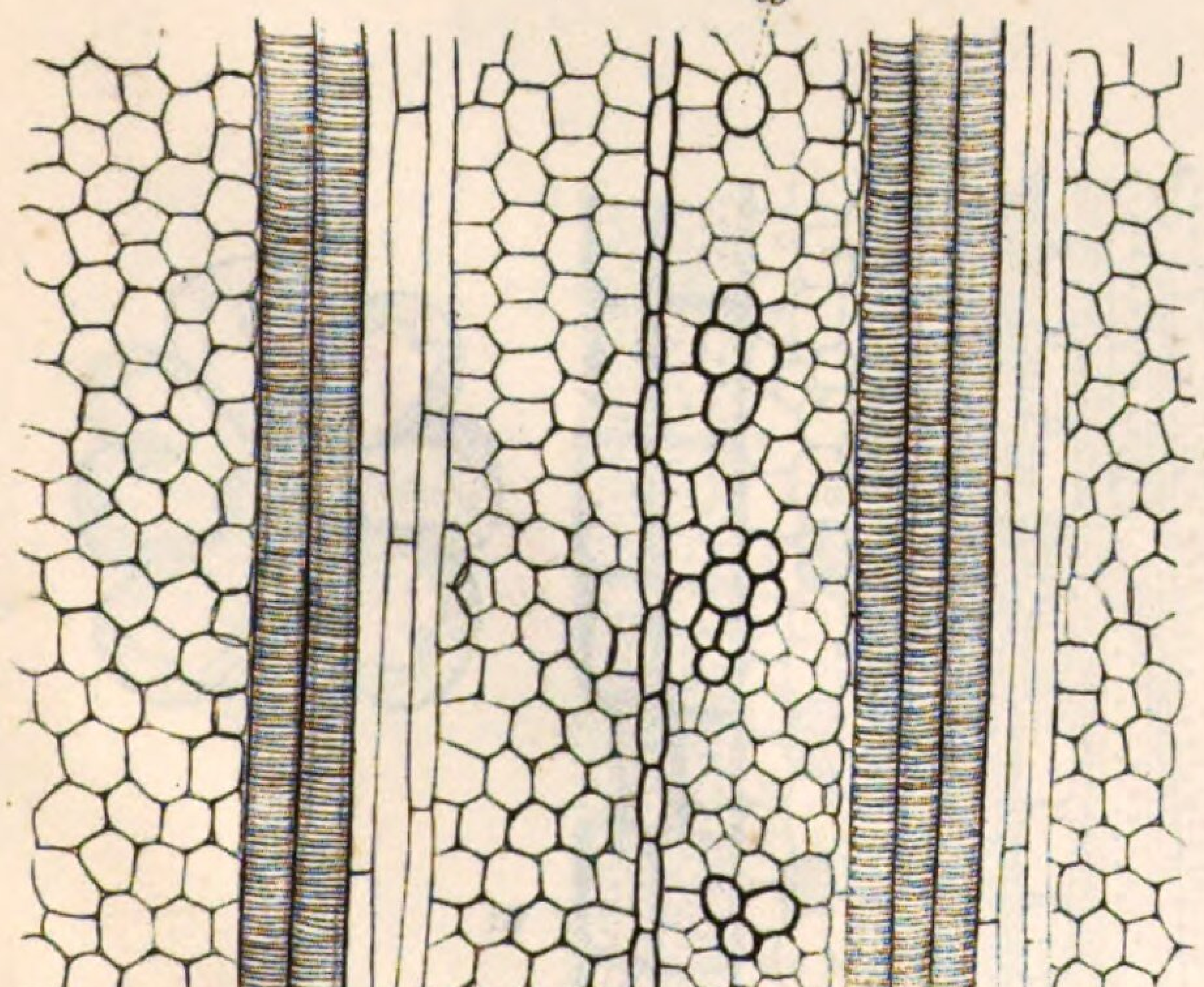
2.



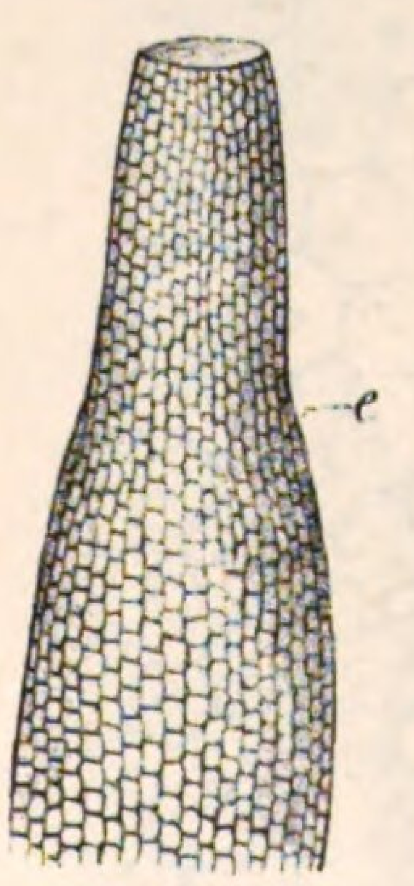
3.



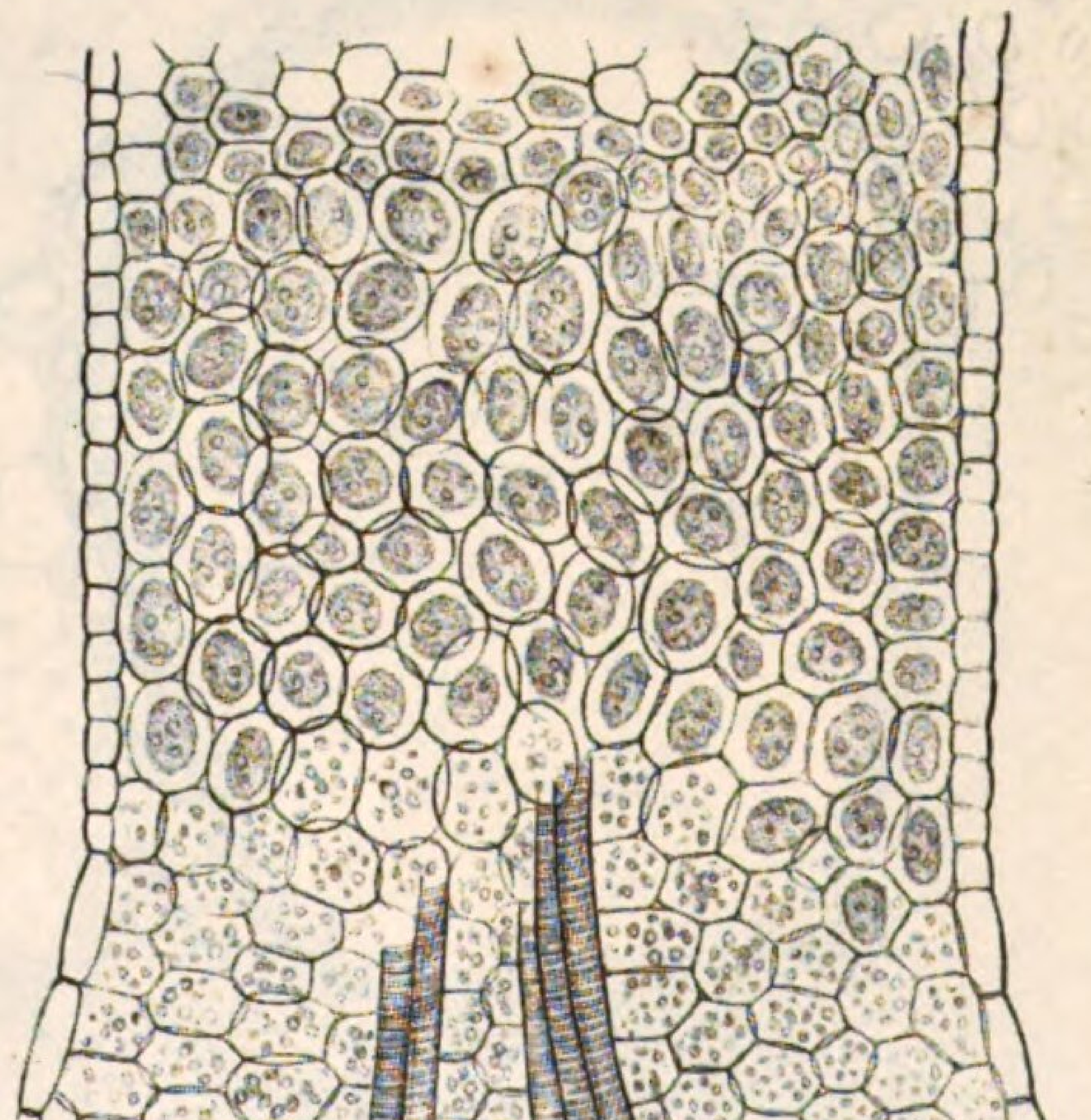
4.

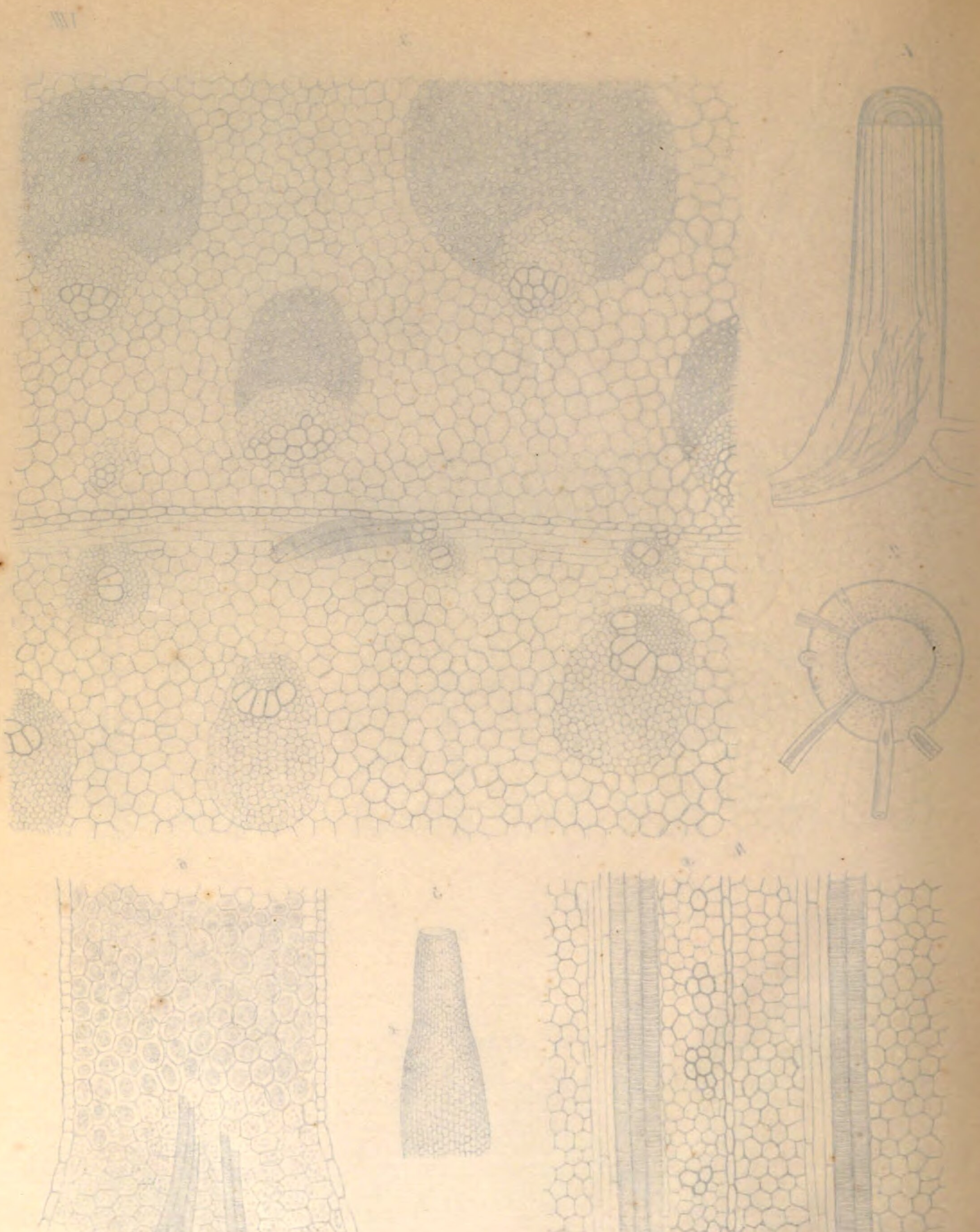


5



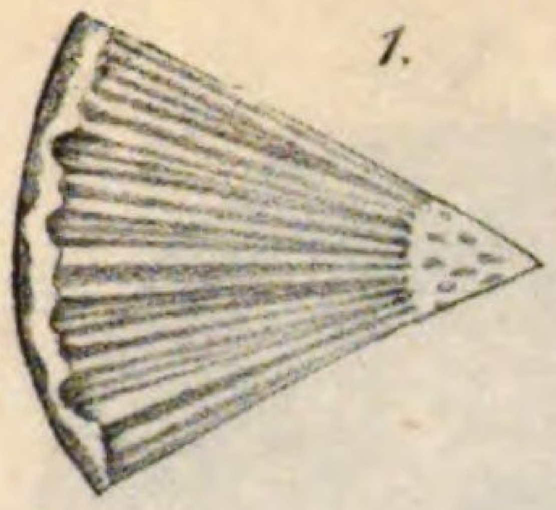
6.



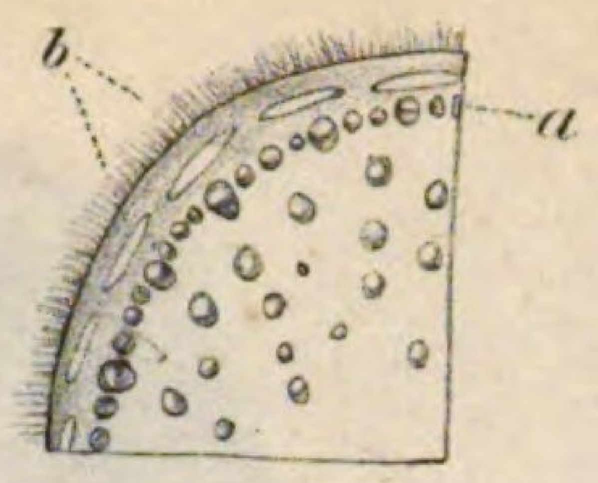


IX.

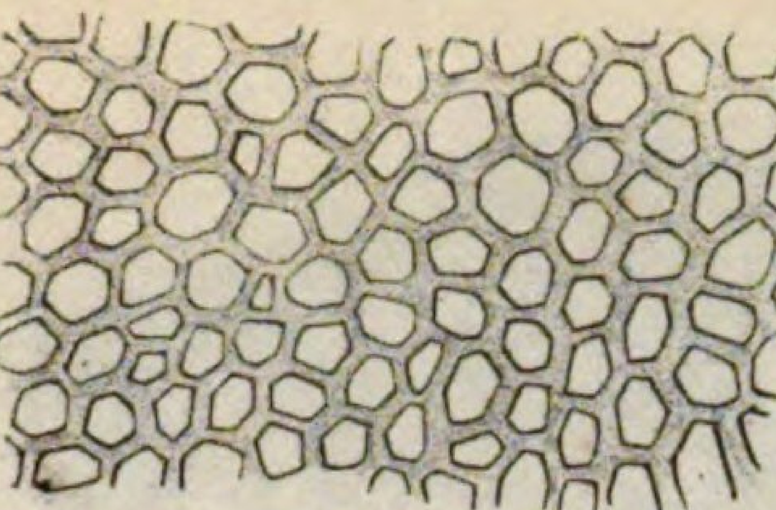
1.



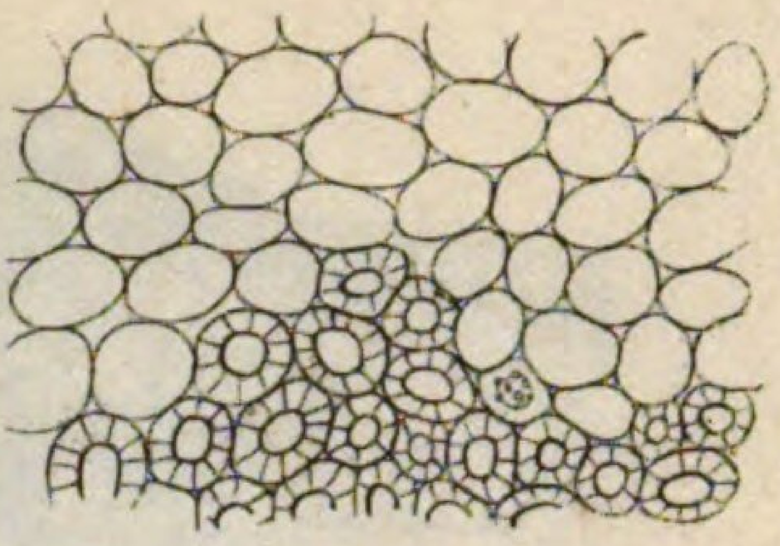
2.



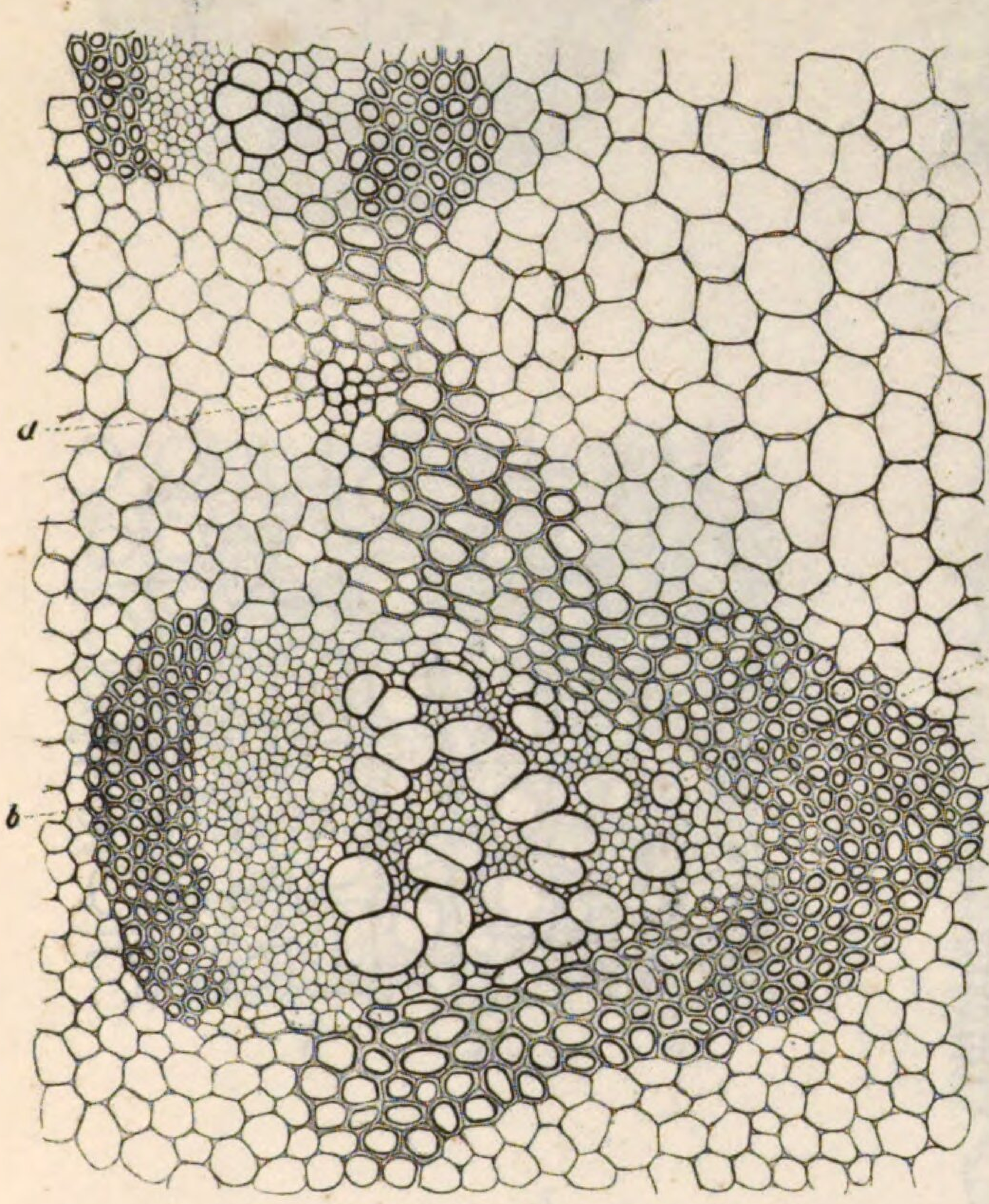
3.



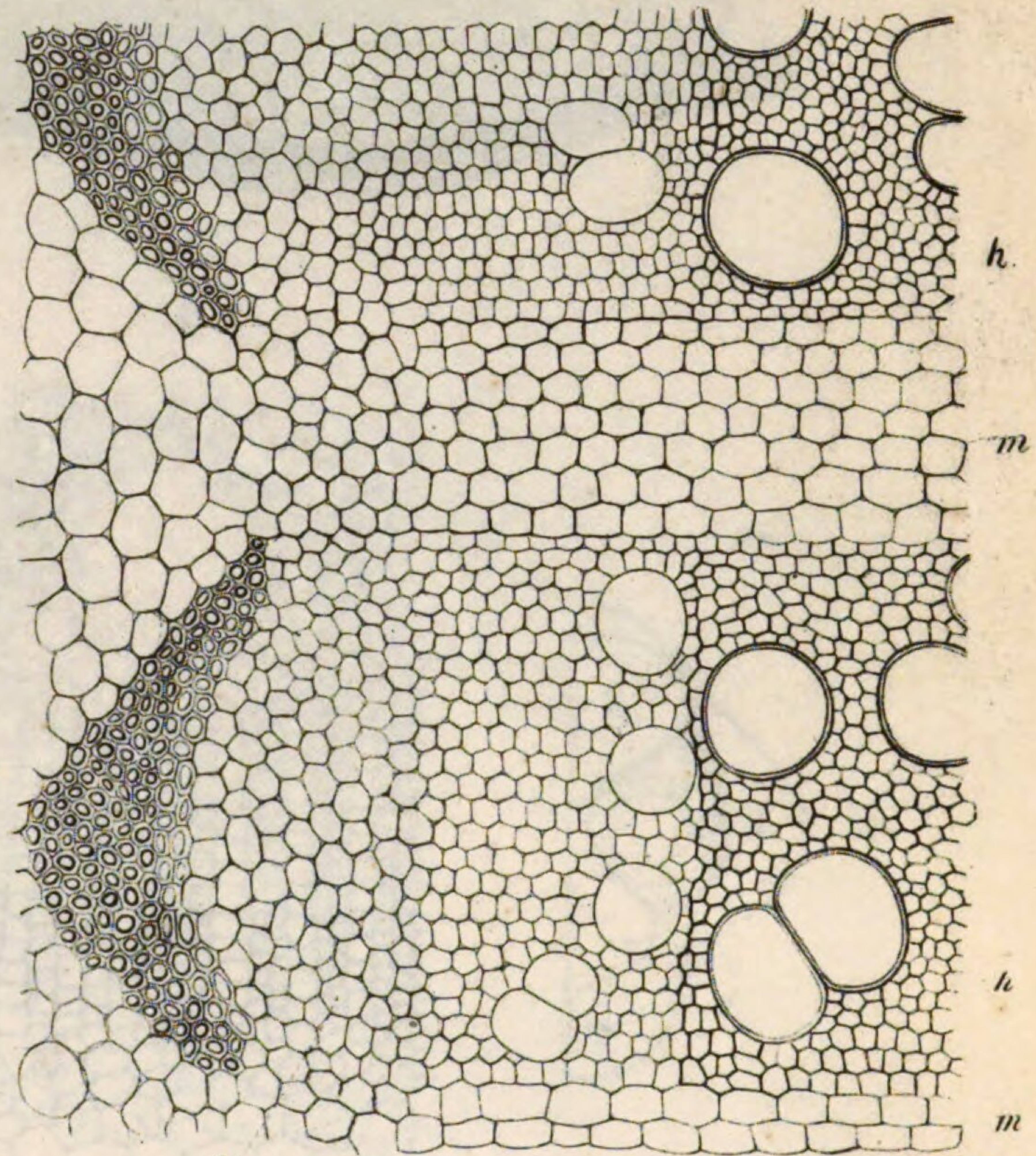
4.



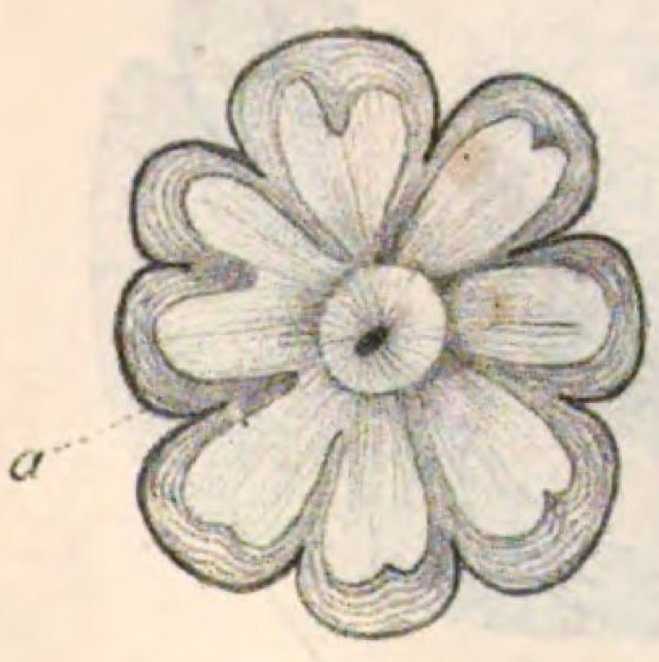
5.



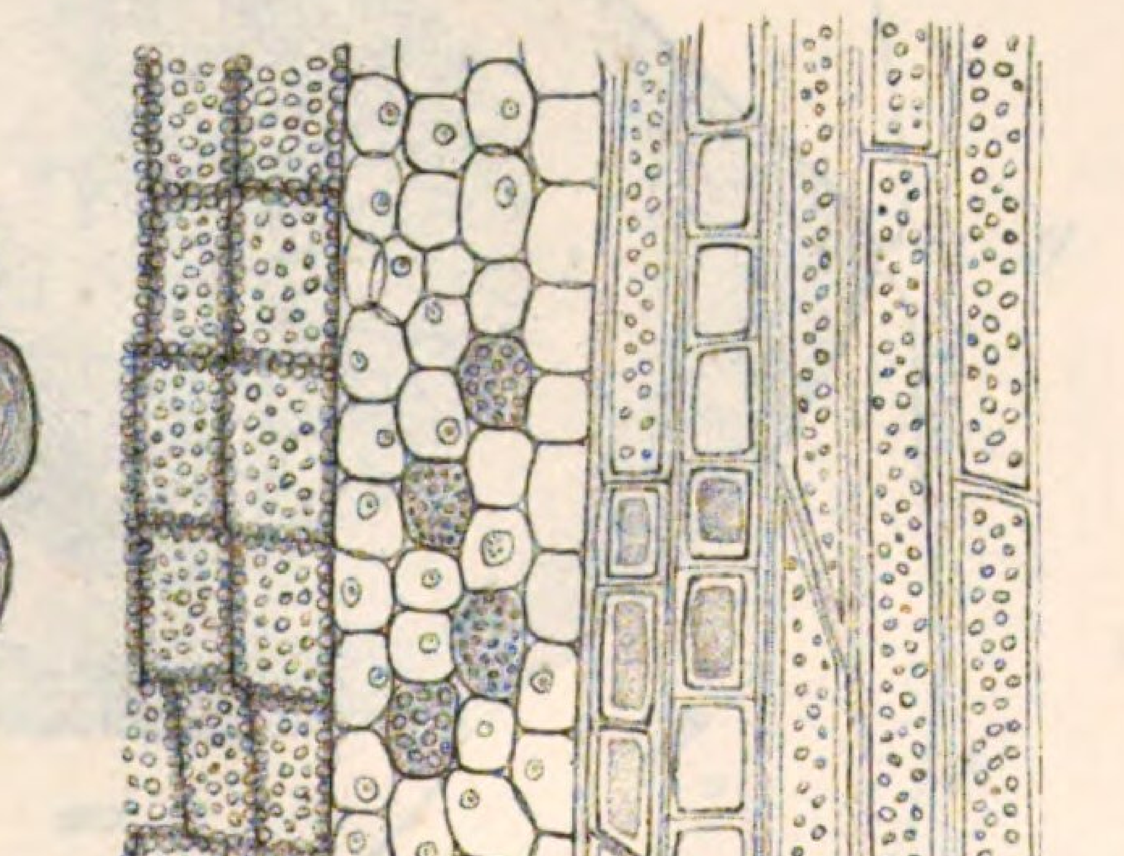
6.



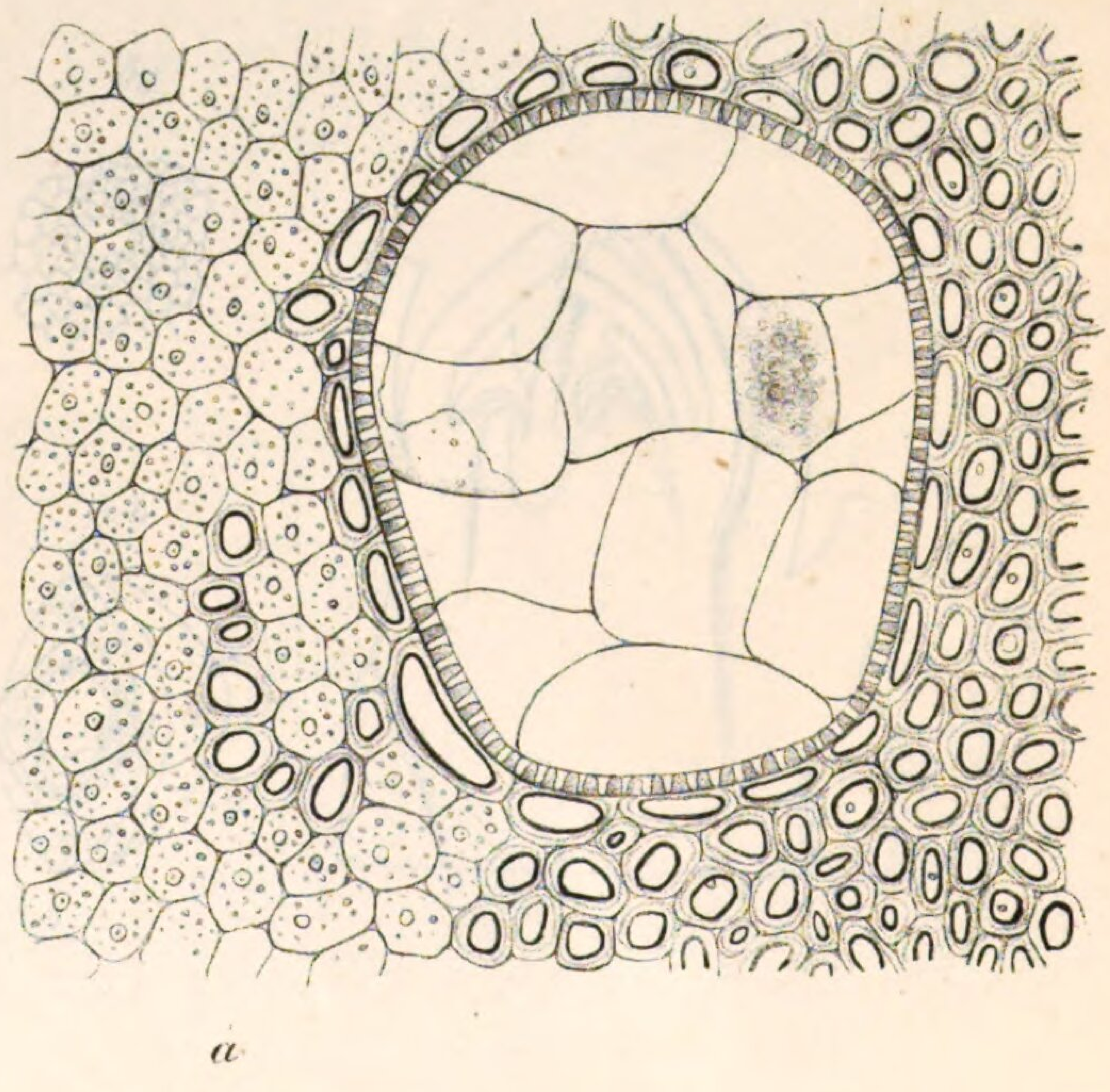
7.



8.

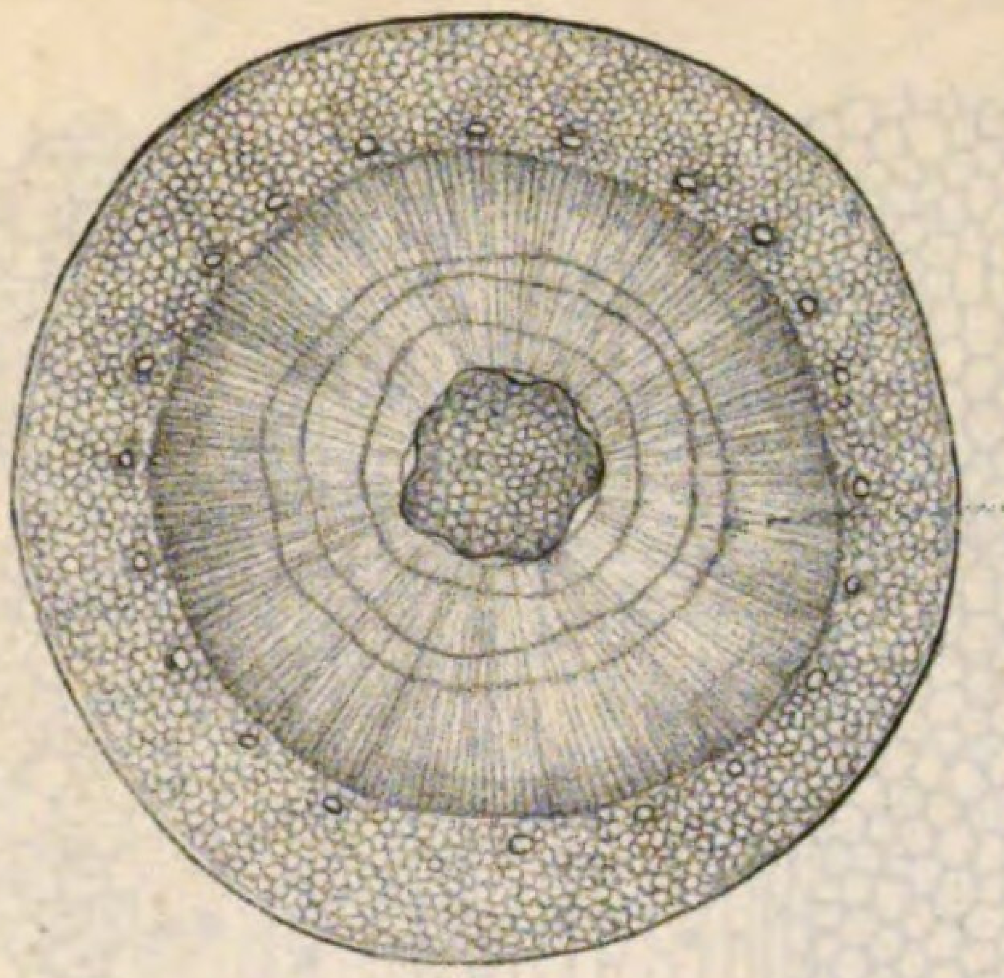


9.

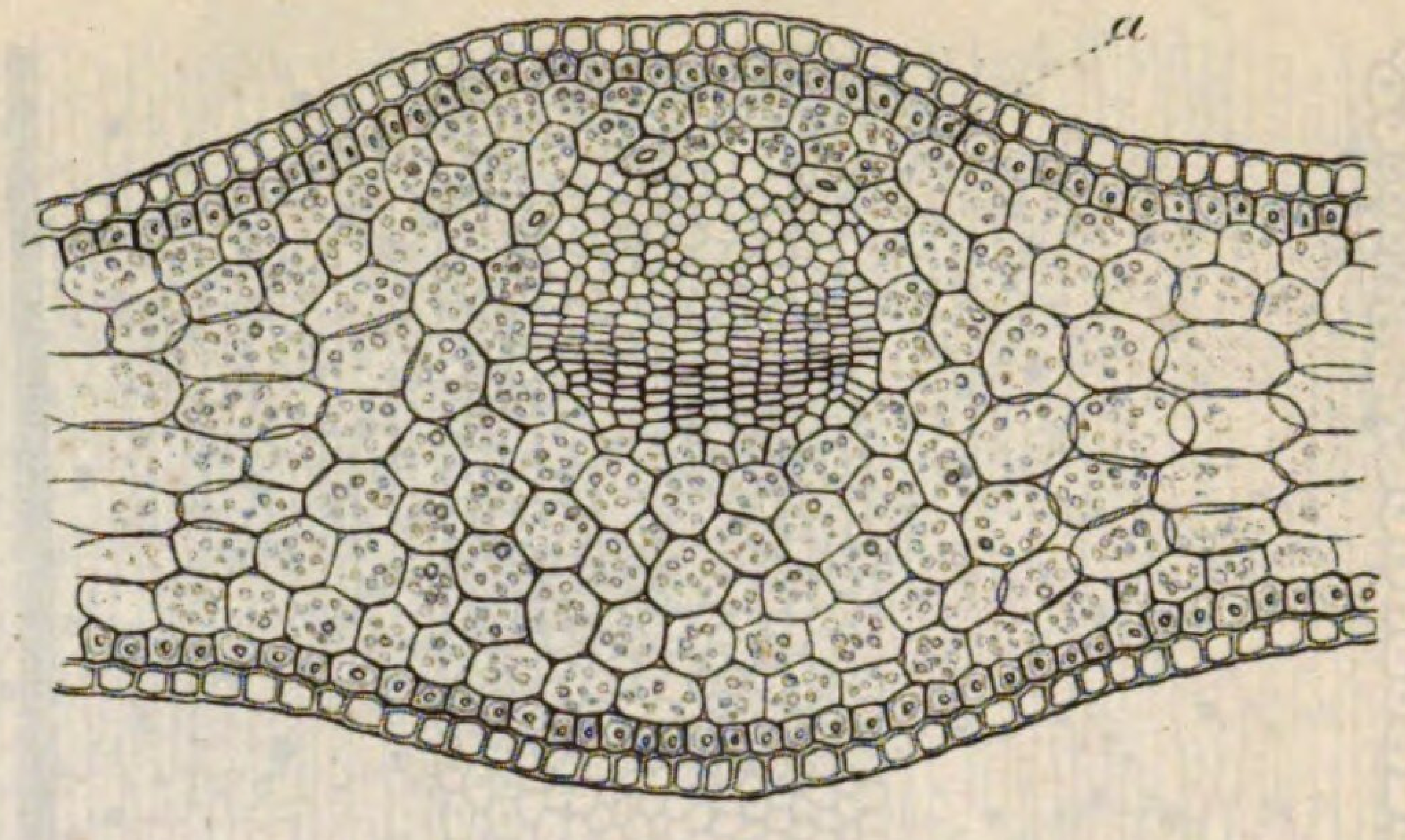


X.

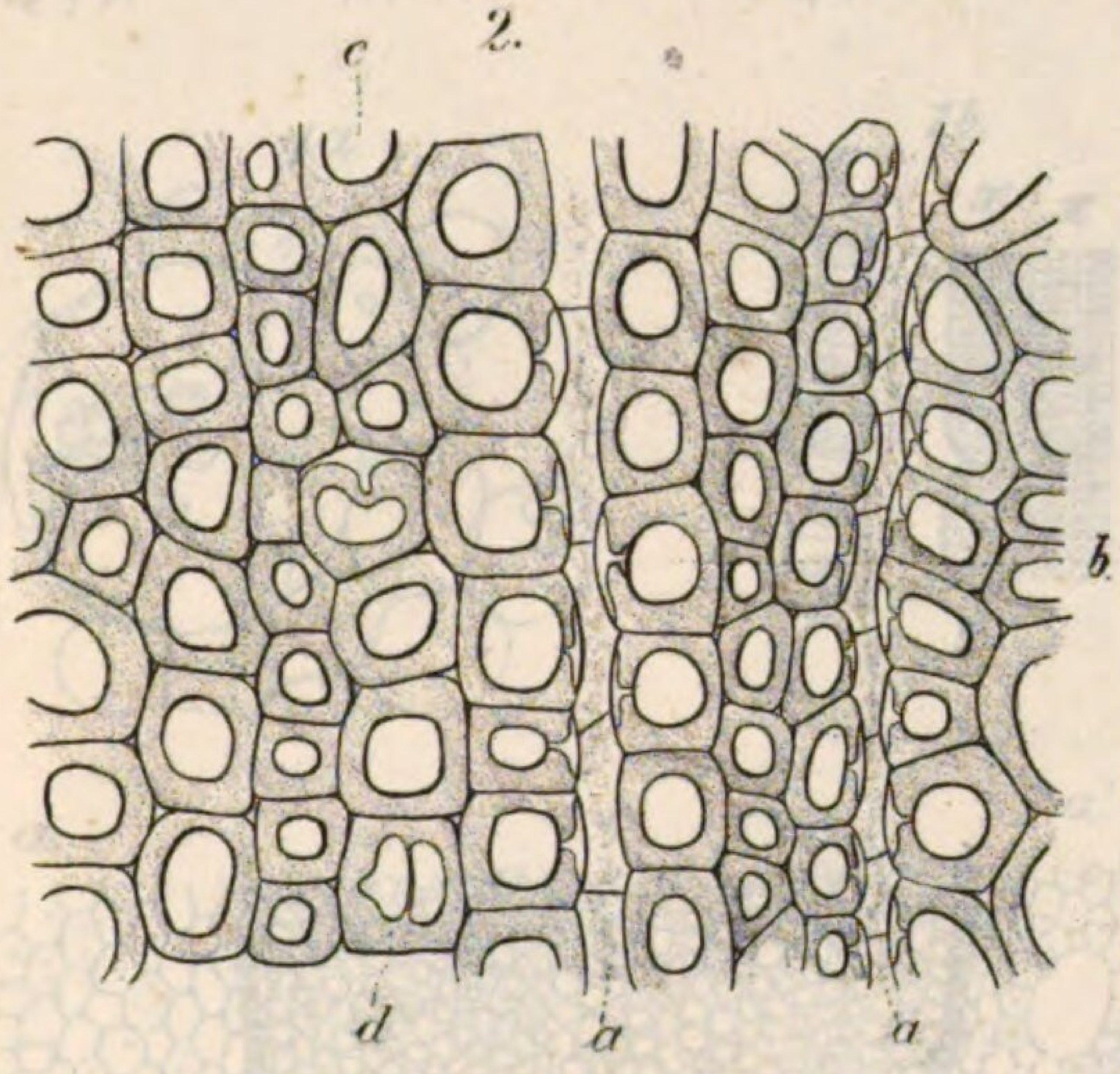
1.



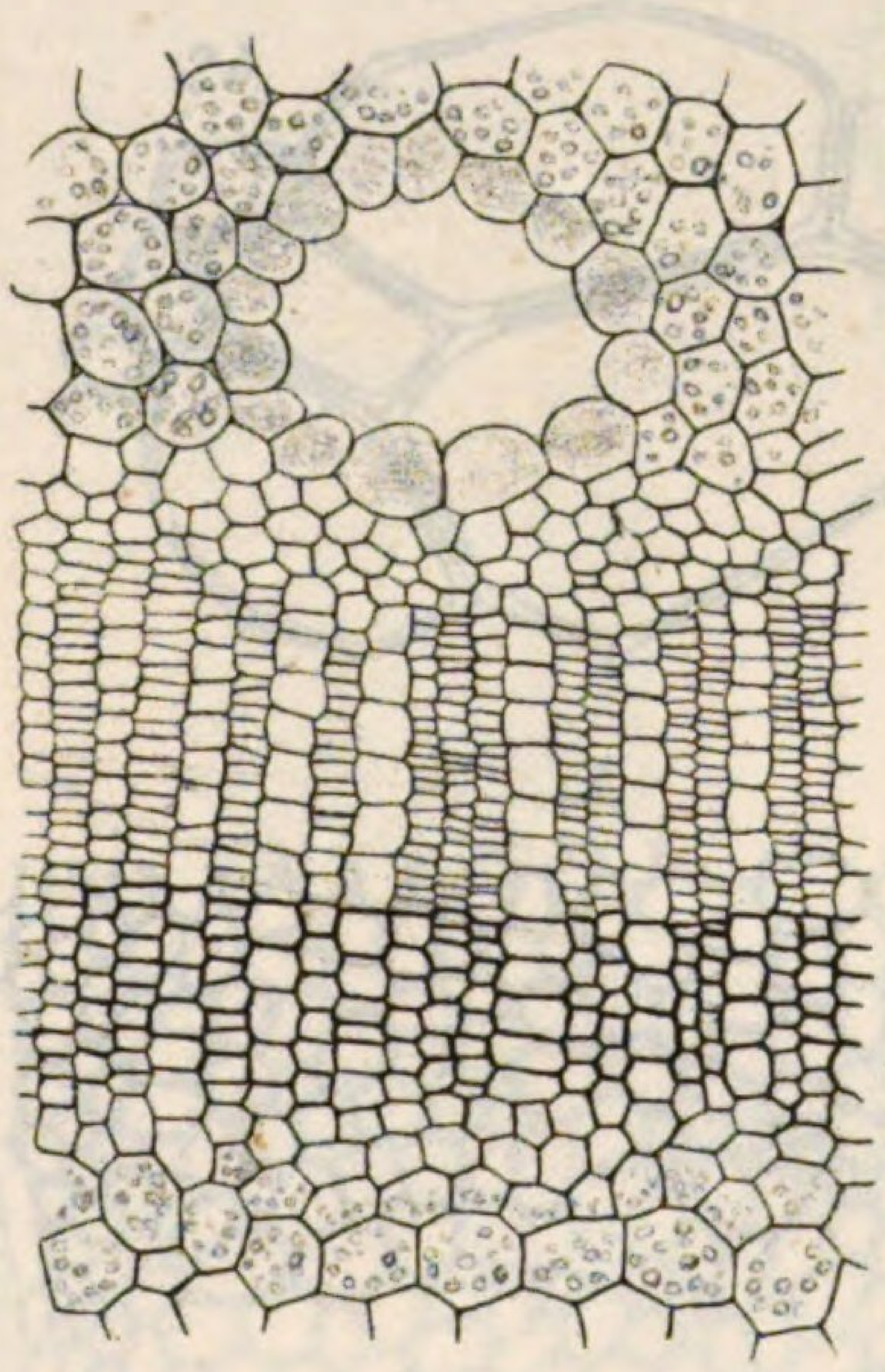
3.



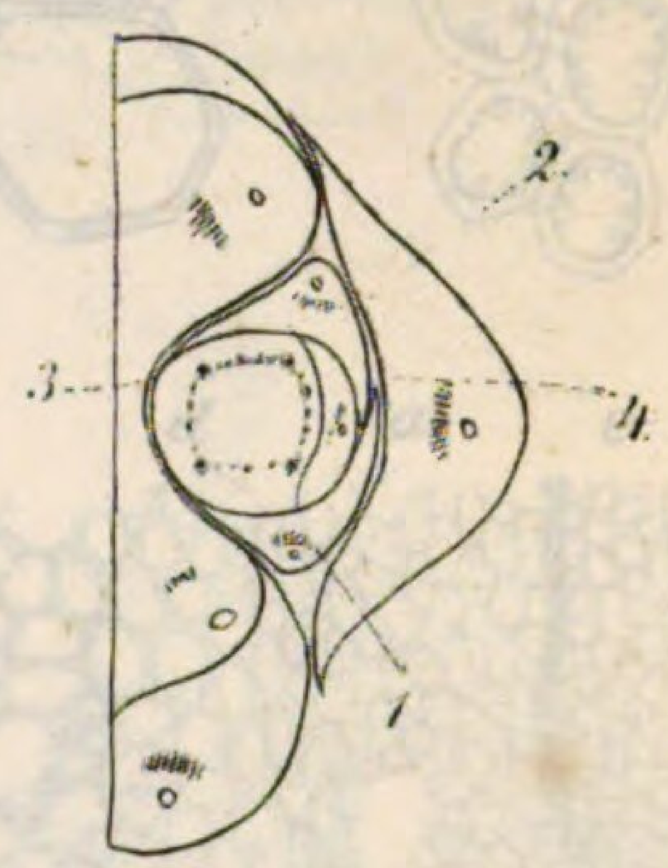
2.



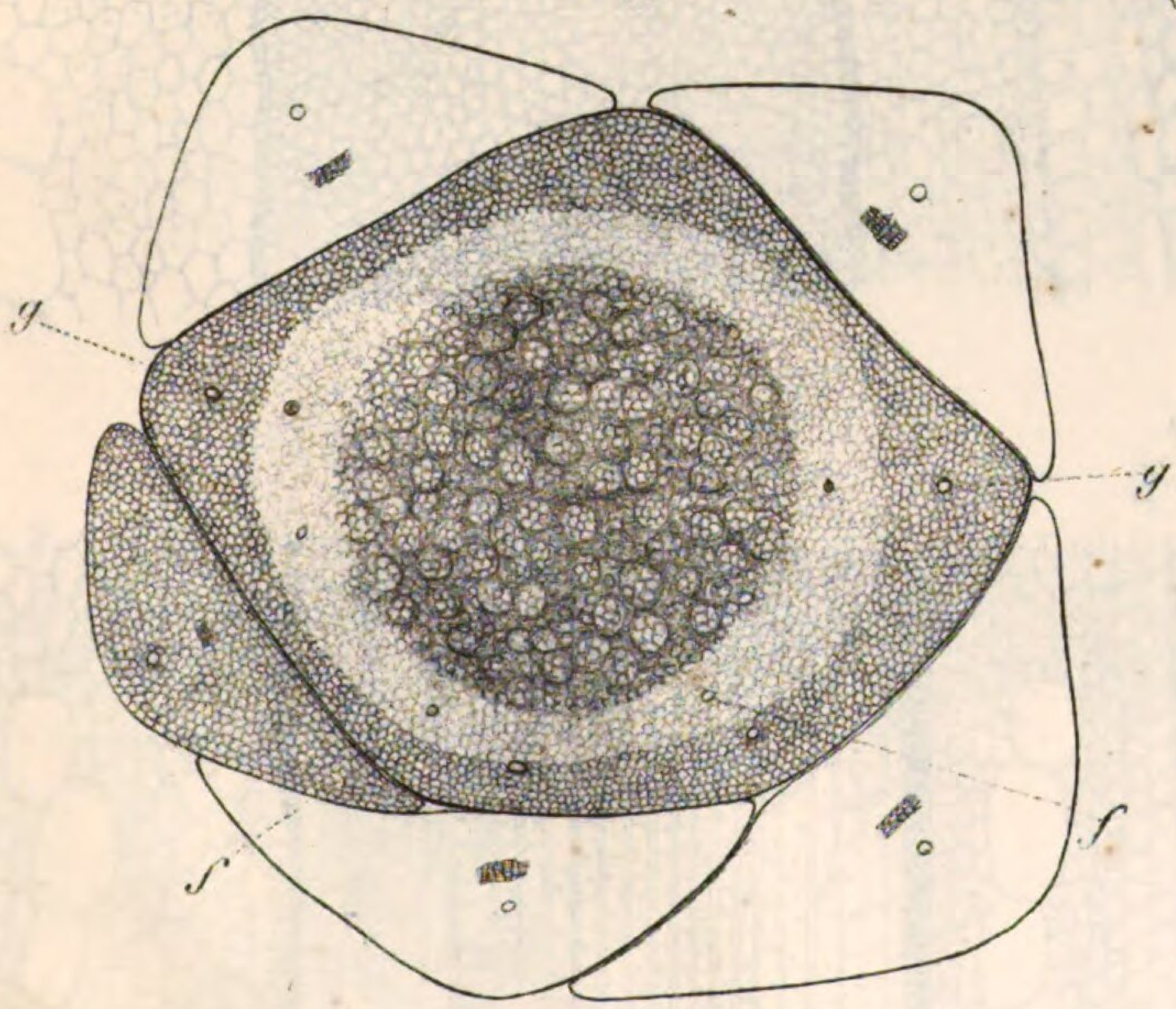
4.



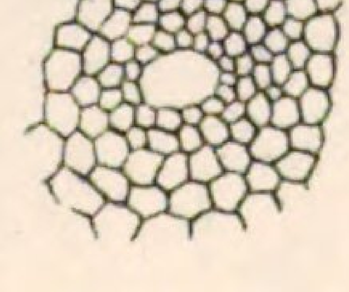
6.a.



5.



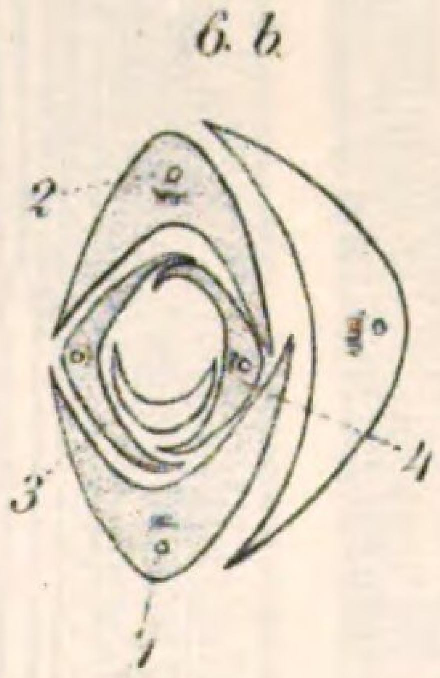
5g'

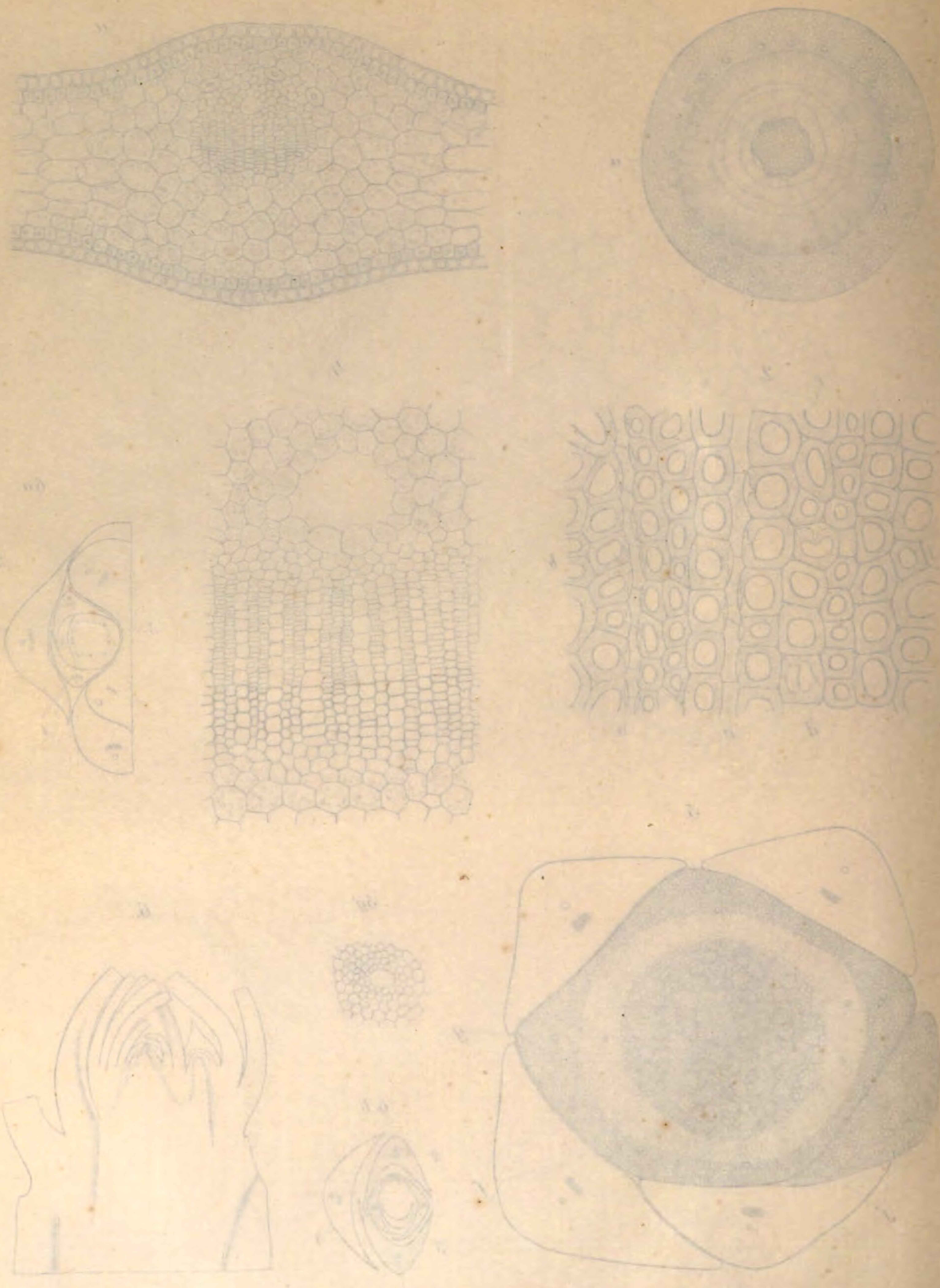


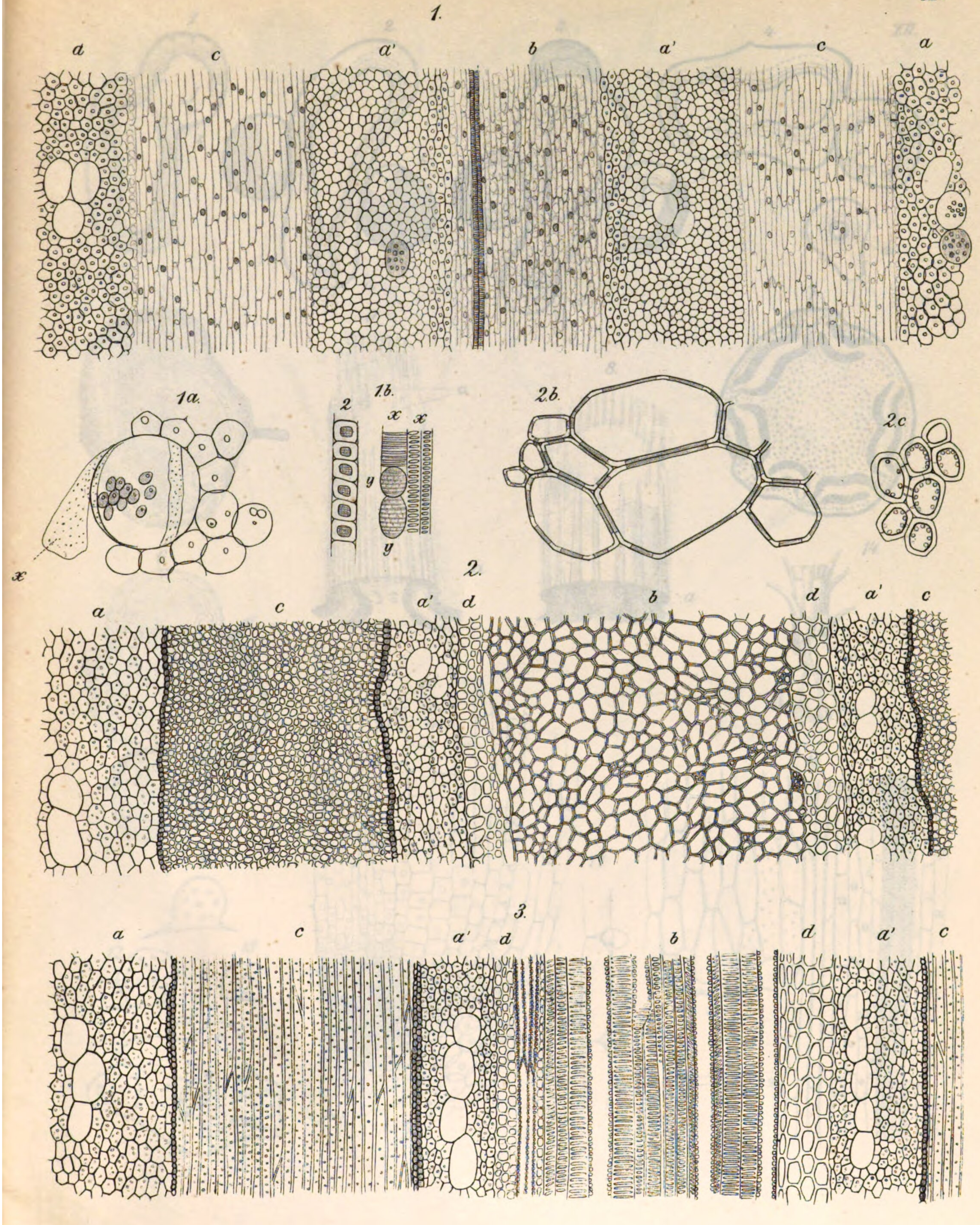
6.

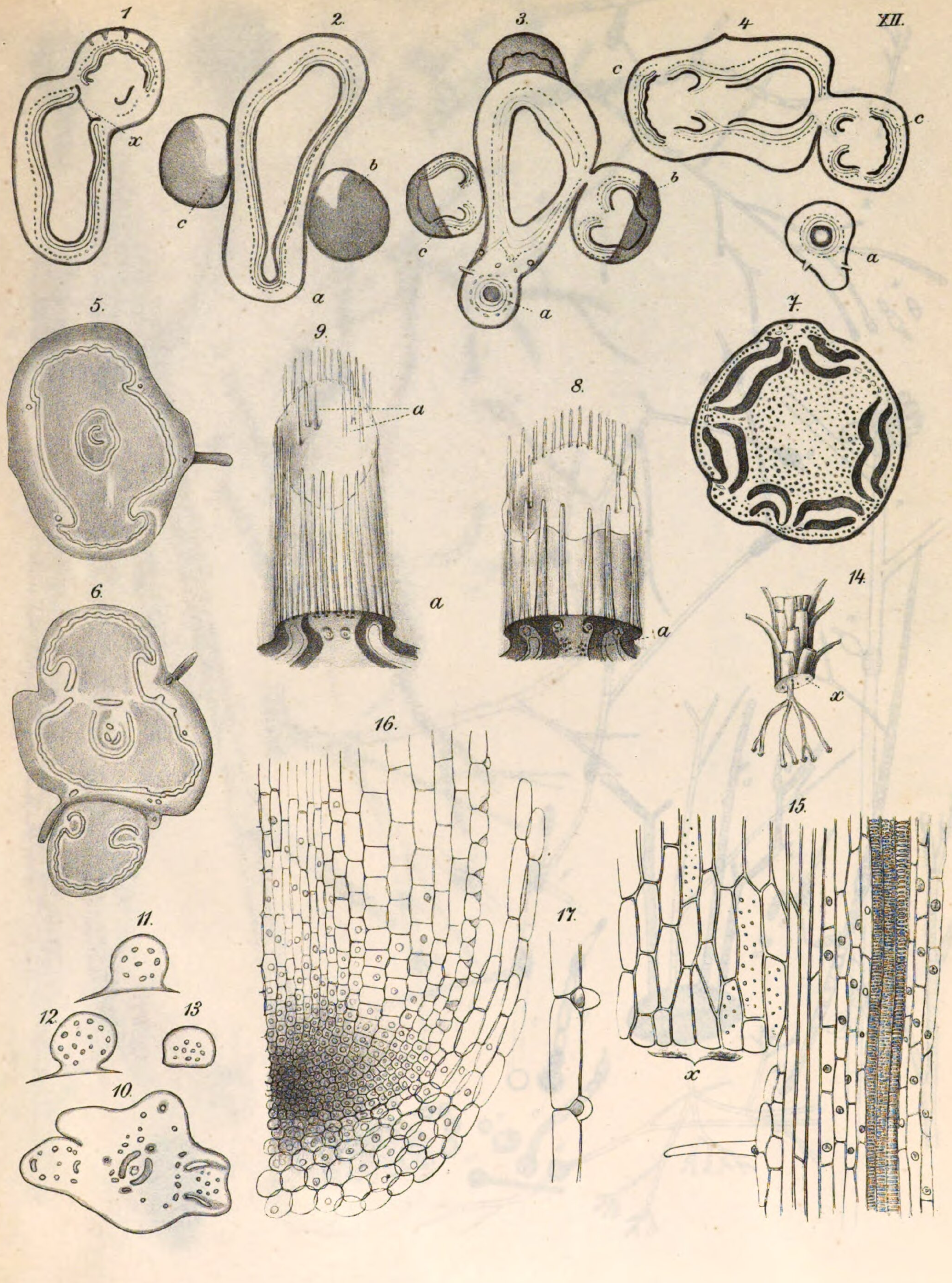


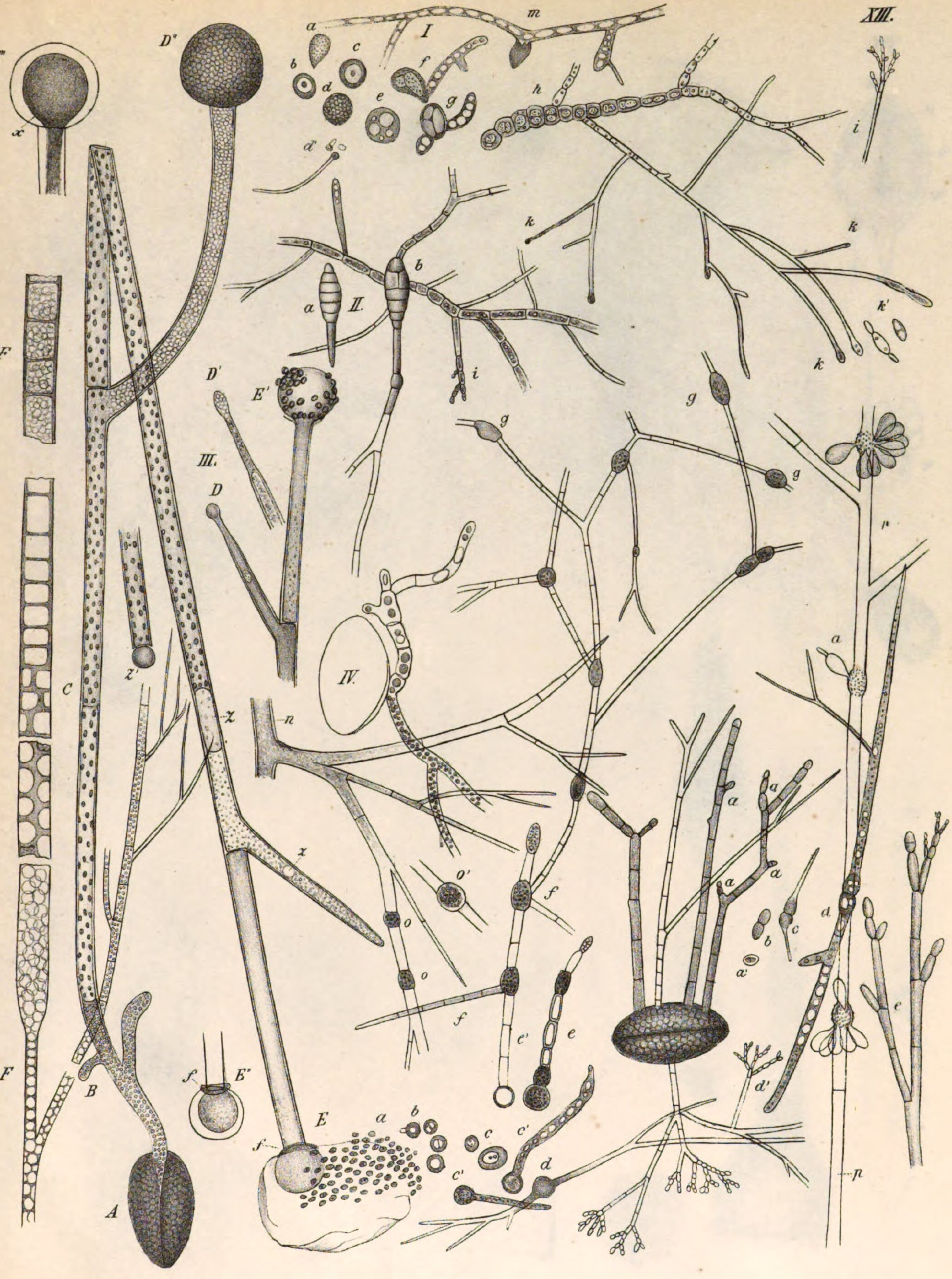
6. b

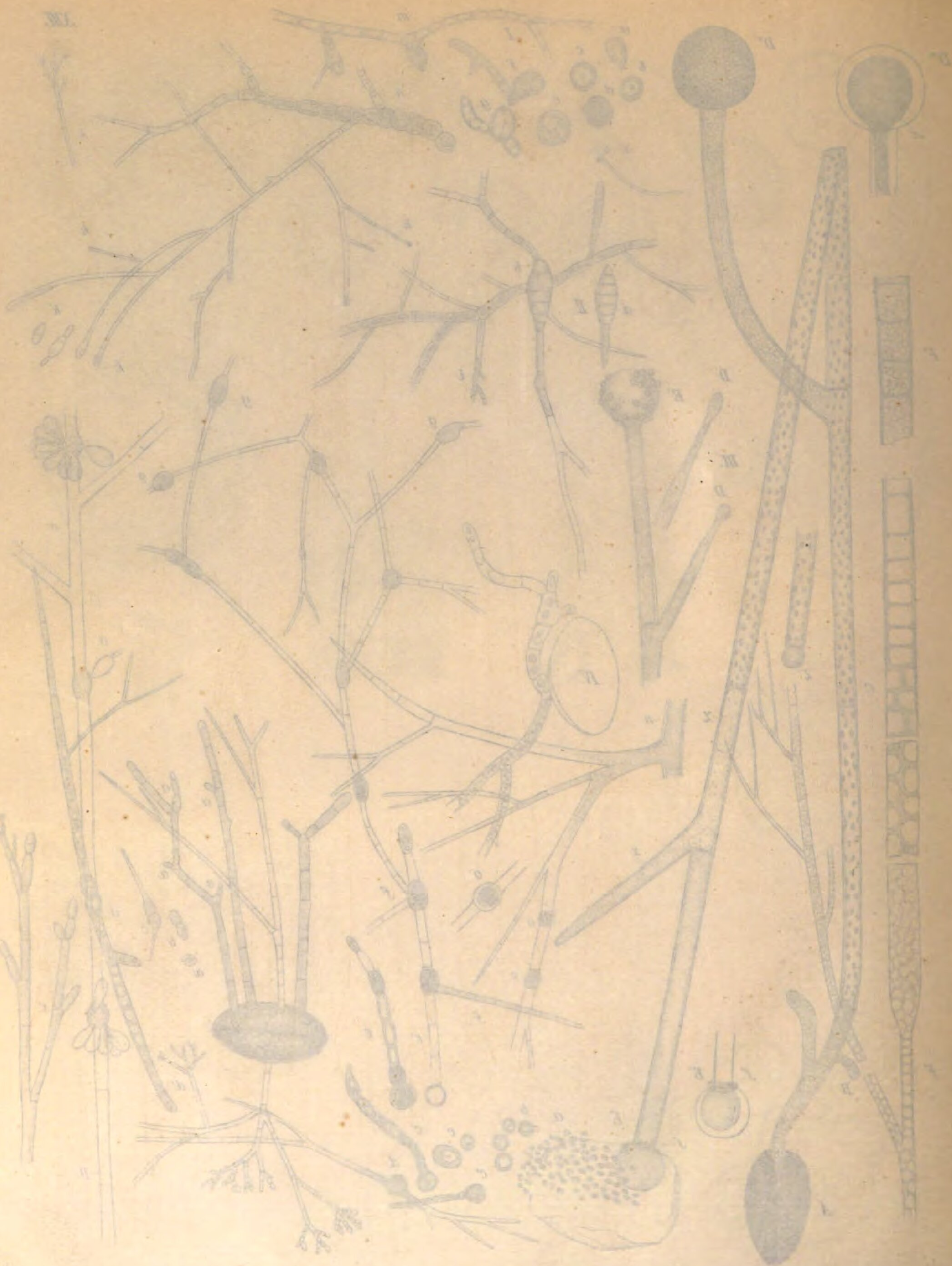




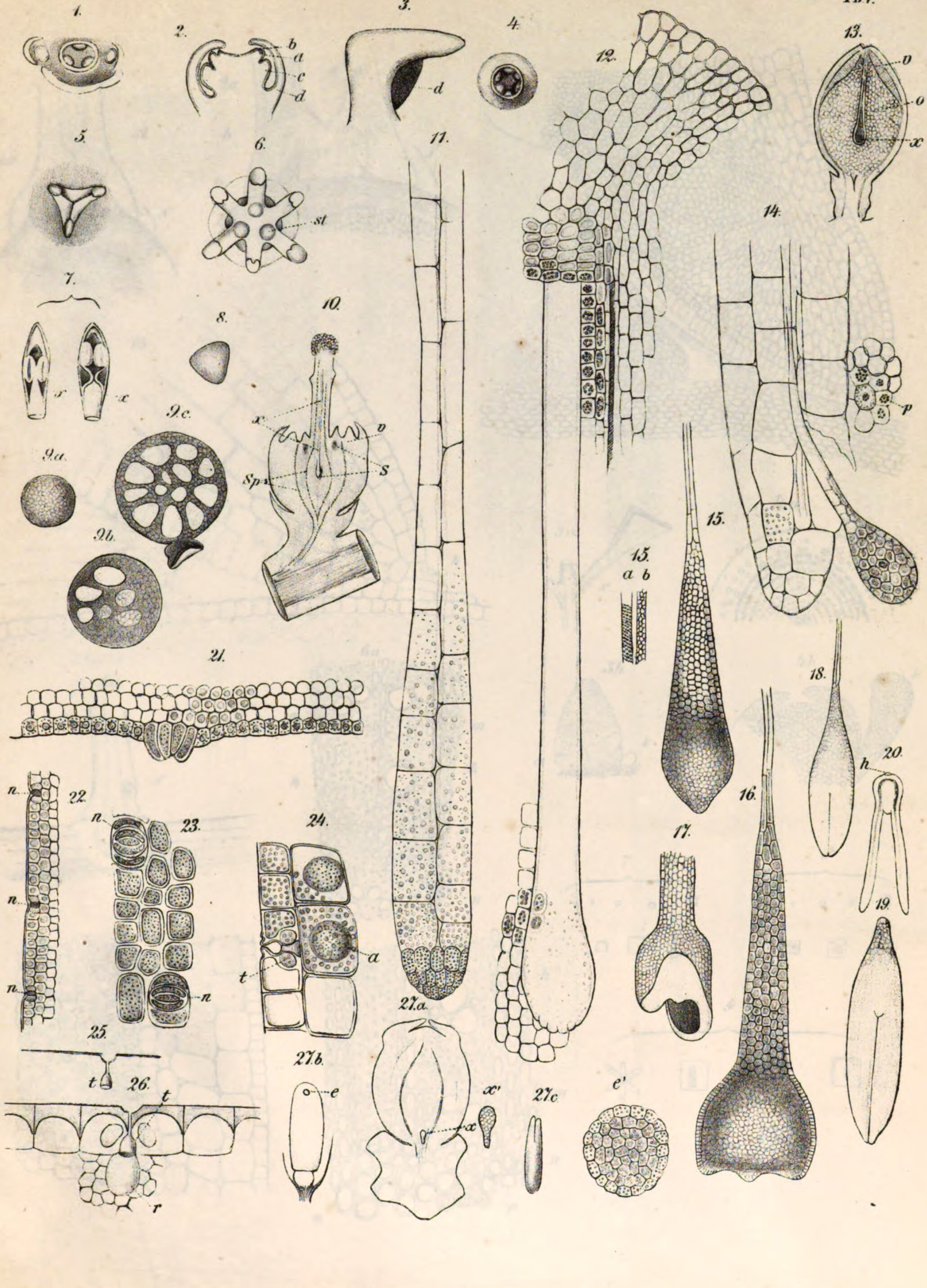

1.
a c a' b a' c a
1a.
x
1b.
2
x x
y
y
2b.
2c
2.
a c a' d b d a' c
3.
a c a' d b d a' c


XII.
1
2.
3.
4
x
c
b
a
c
c
b
a
c
a
5.
9.
a
7.
8.
a
a
a
6.
14.
x
16.
15.
17.
11.
12.
13
10.
x


XIII.
I
II.
III.
IV.

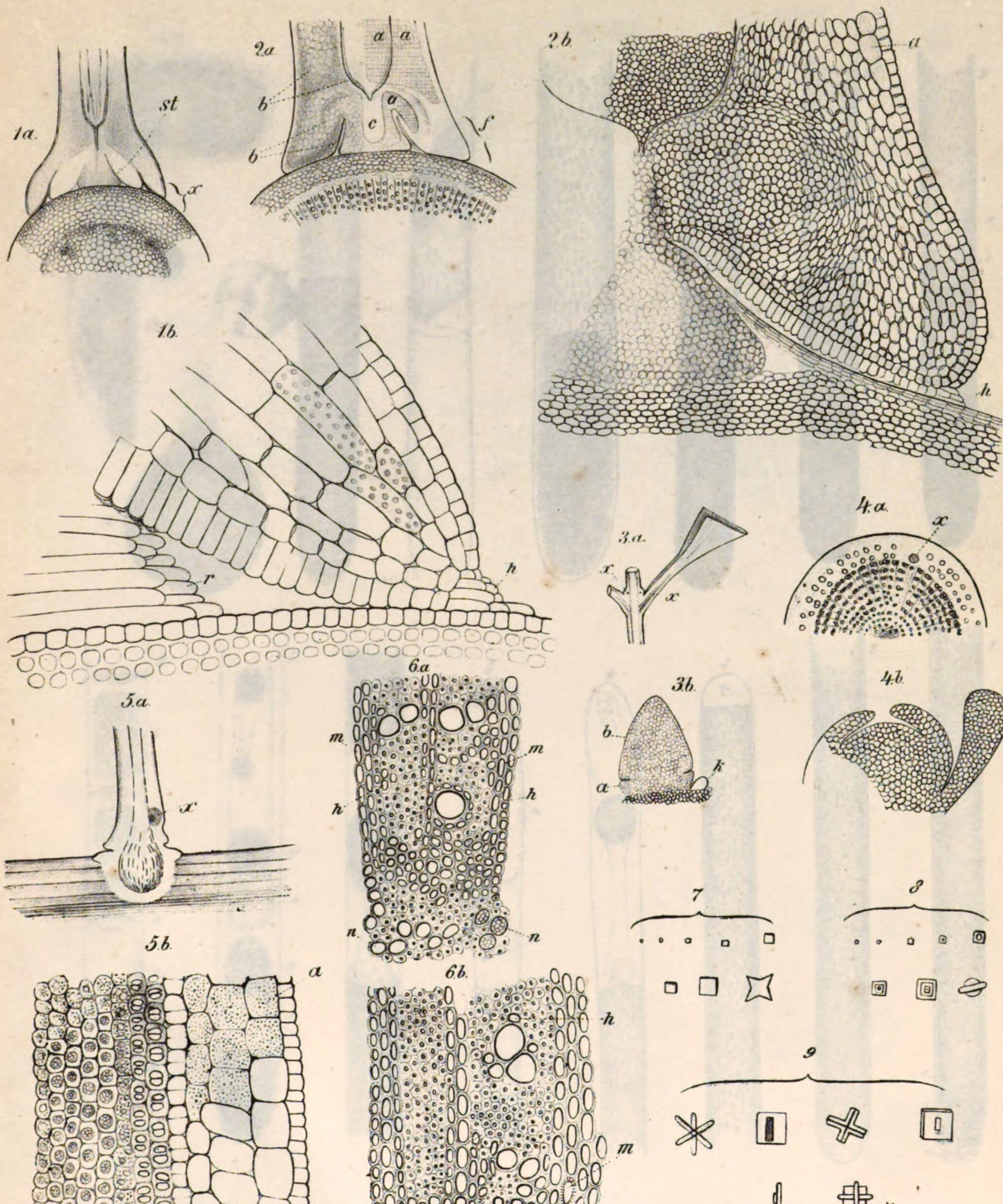


XIV.

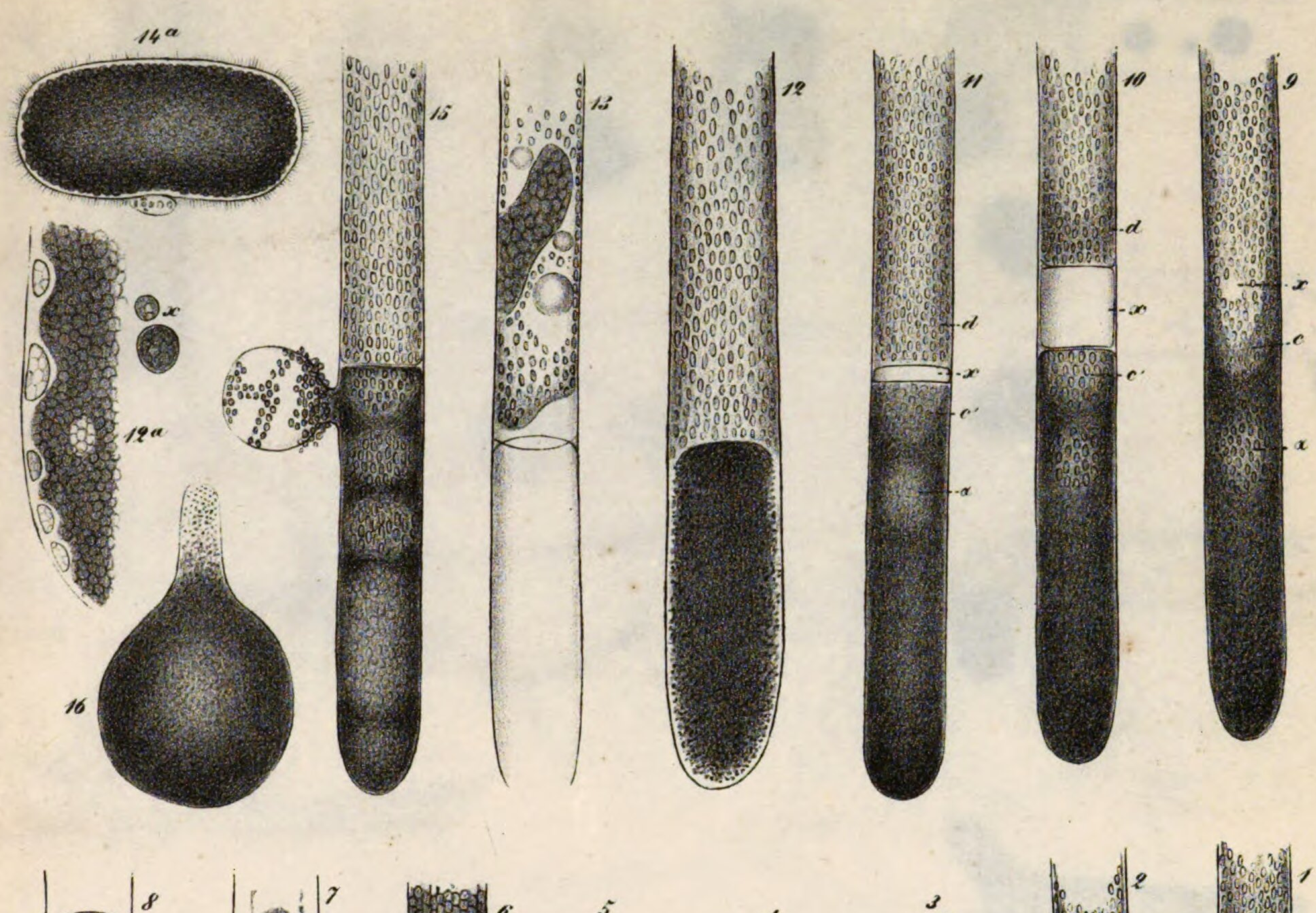

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.a.
9.b.
9.c.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
15. a b
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.a.
27.b.
27.c
Sp
st



XV.

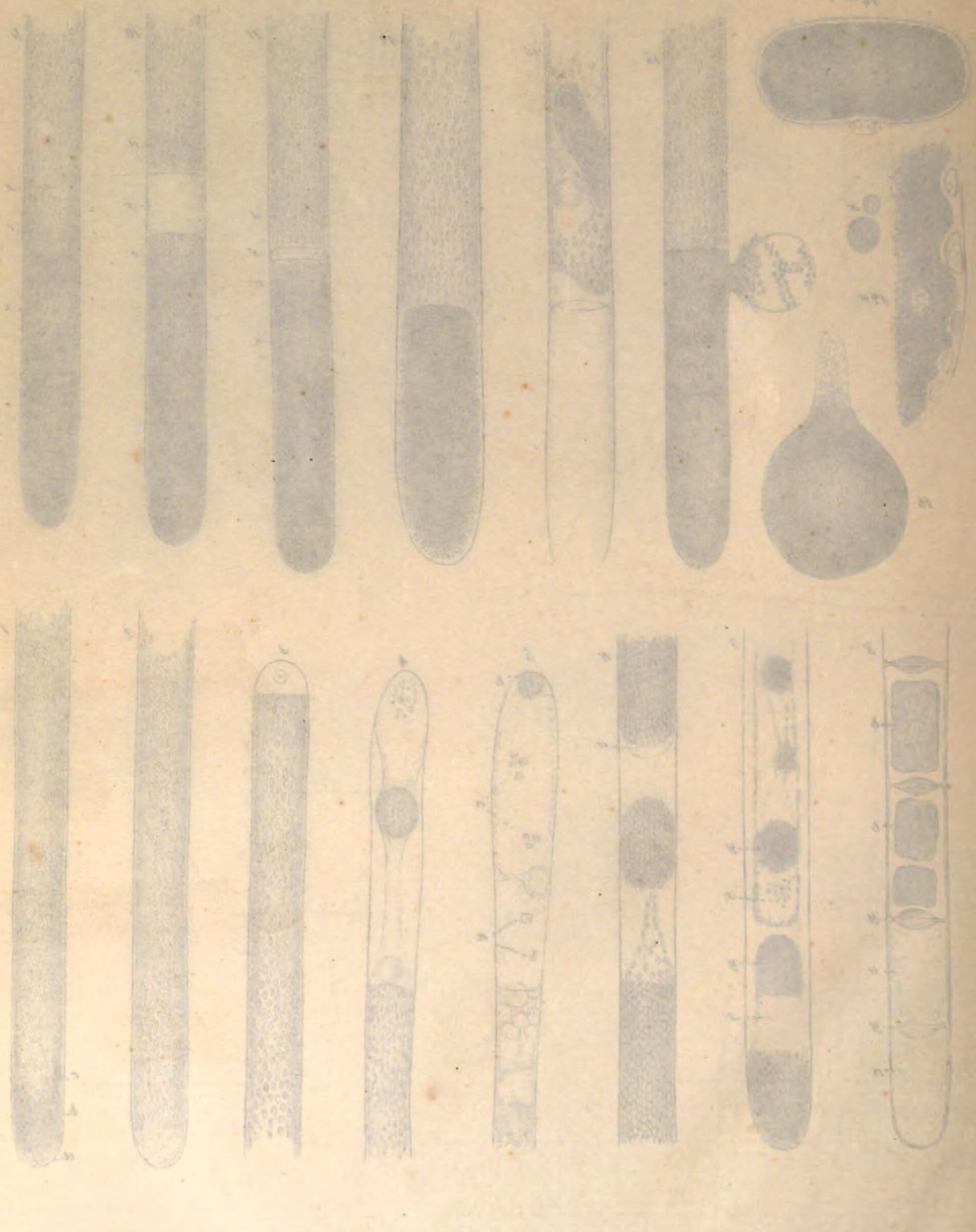


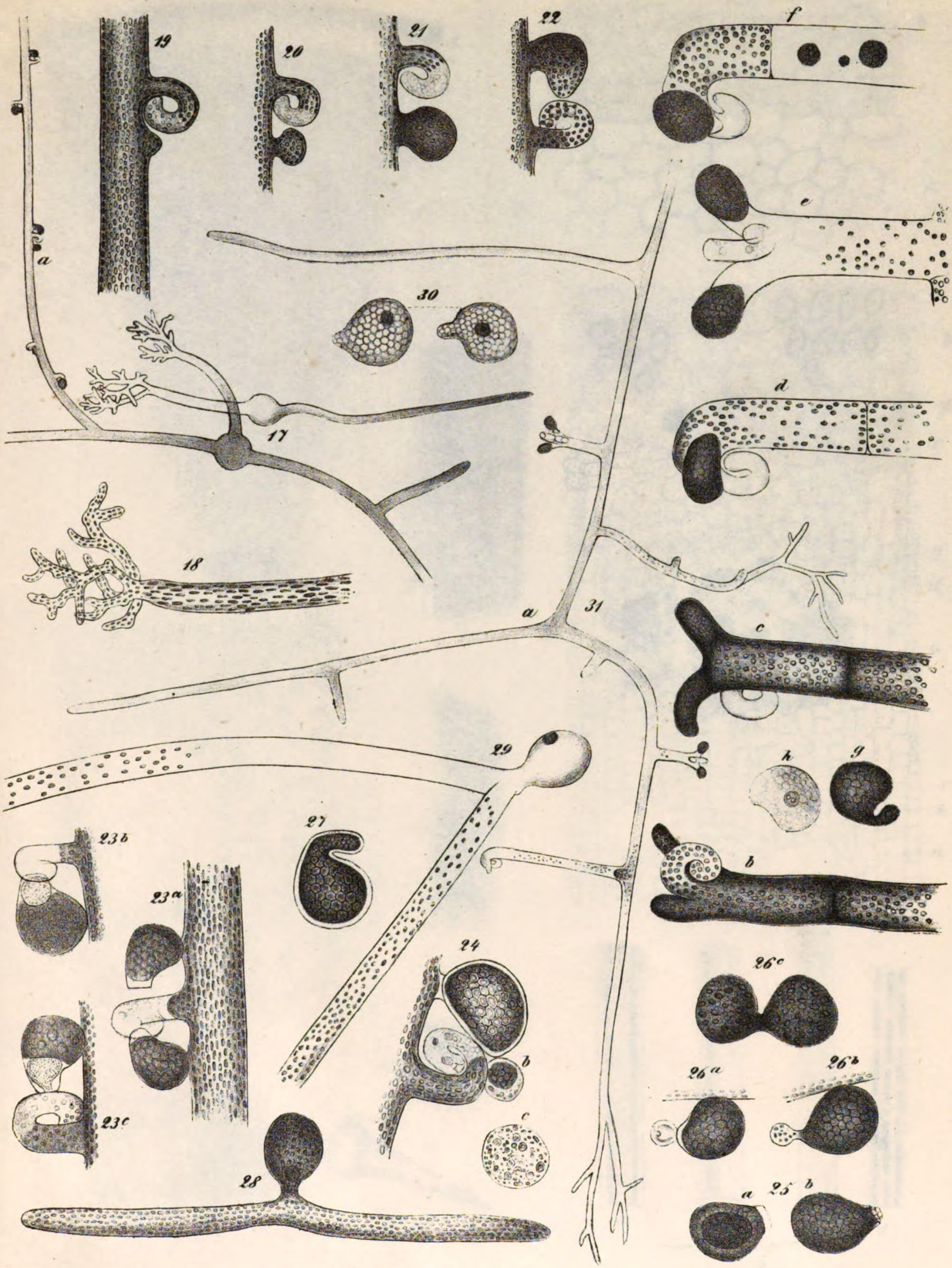
1a.
st
x
2a
a
a
b
a
c
b
f
2b.
a
h
1b.
r
h
3.a.
x
x
4.a.
x
5.a.
x
6.a
m
m
h
h
n
n
3b.
b
a
k
4.b.
k
5.b.
a
6.b.
h
m
n
n
p
7
8
9
x

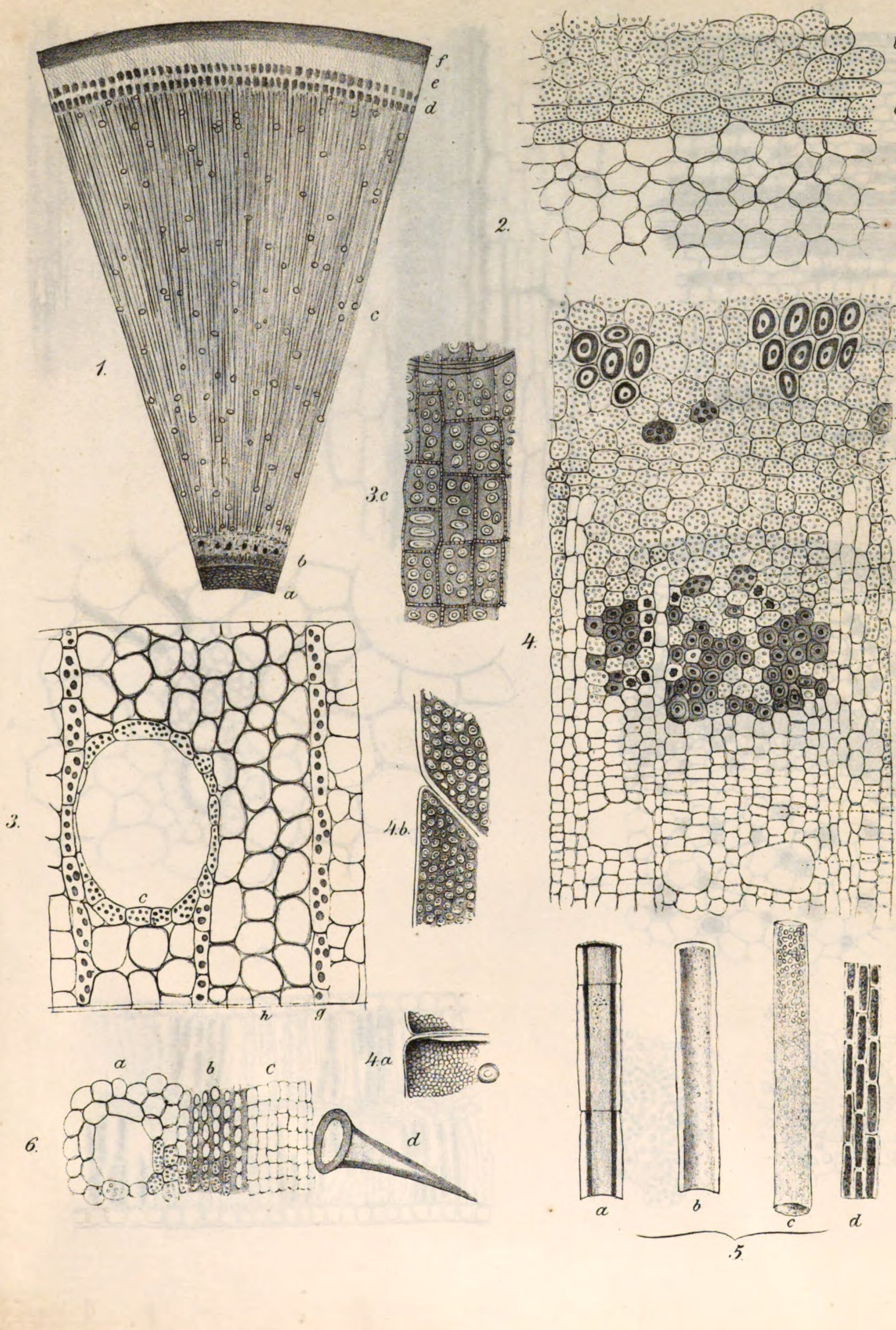


14a
12a
x
15
13
12
11
10
9
d
x
c'
a
c
16
8
7
6
5
4
3
2
1
b
y
a

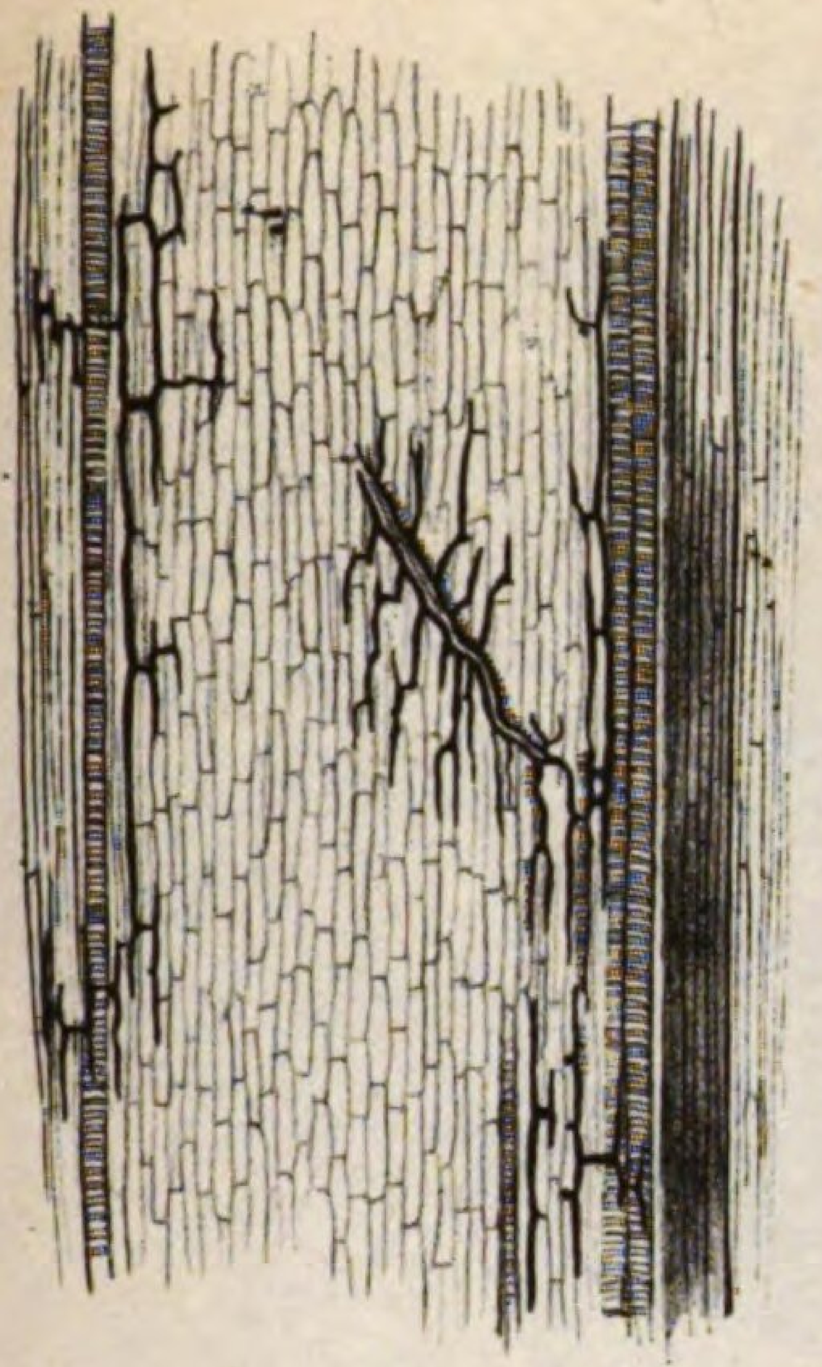
III.



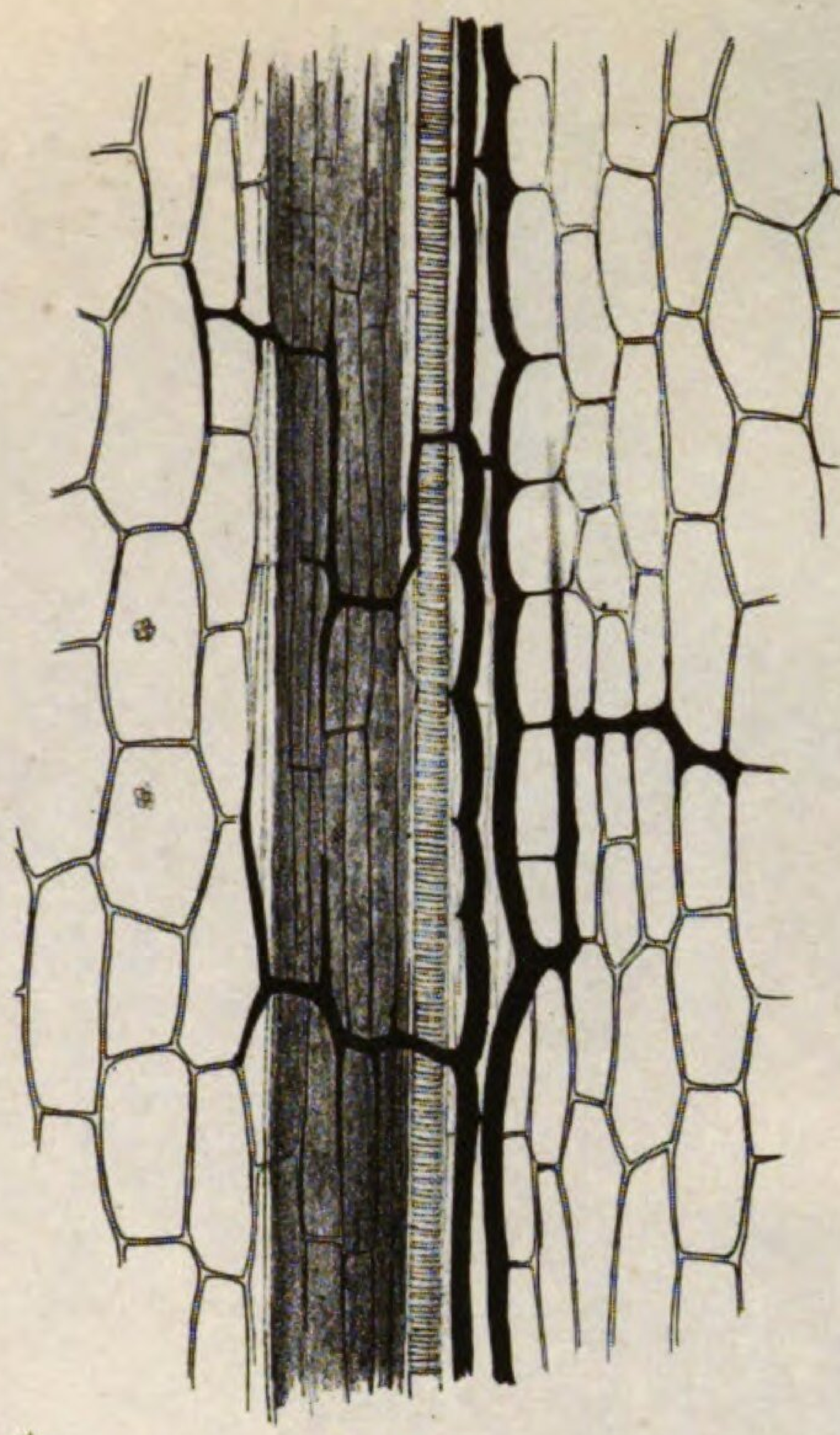

19
20
21
22
f
e
a
30
17
d
18
a
31
c
29
h
g
27
23 b
23 a
b
24
26 c
b
26 a
26 b
c
23 c
28
a
25
b


1.
a
b
c
d
e
f
2.
a
b
c
3.
c
h
g
3.c
4.
a
b
c
d
e
g
h
n
4.b.
4.a
5.
a
b
c
d
6.
a
b
c
d

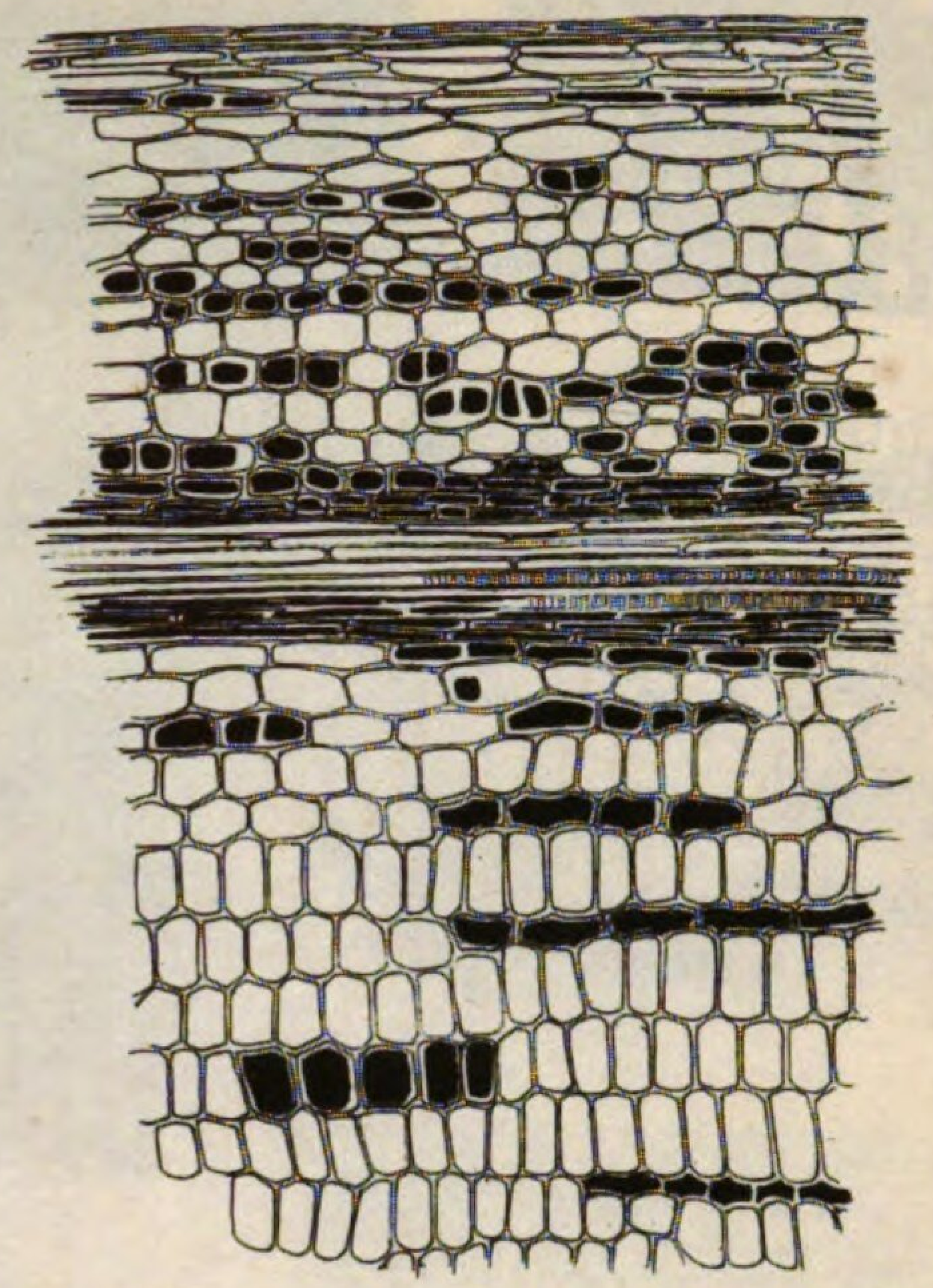
1.



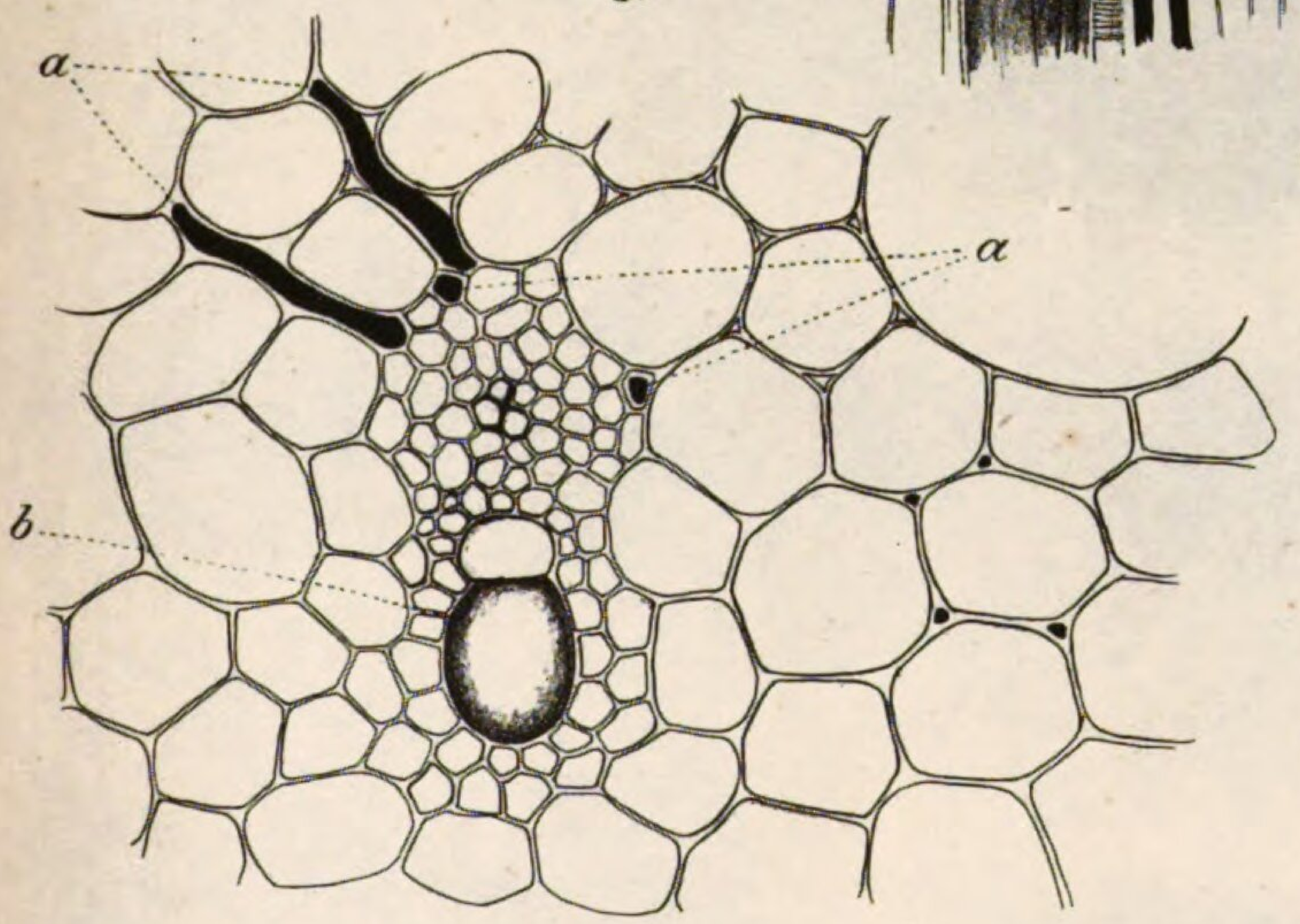
2.



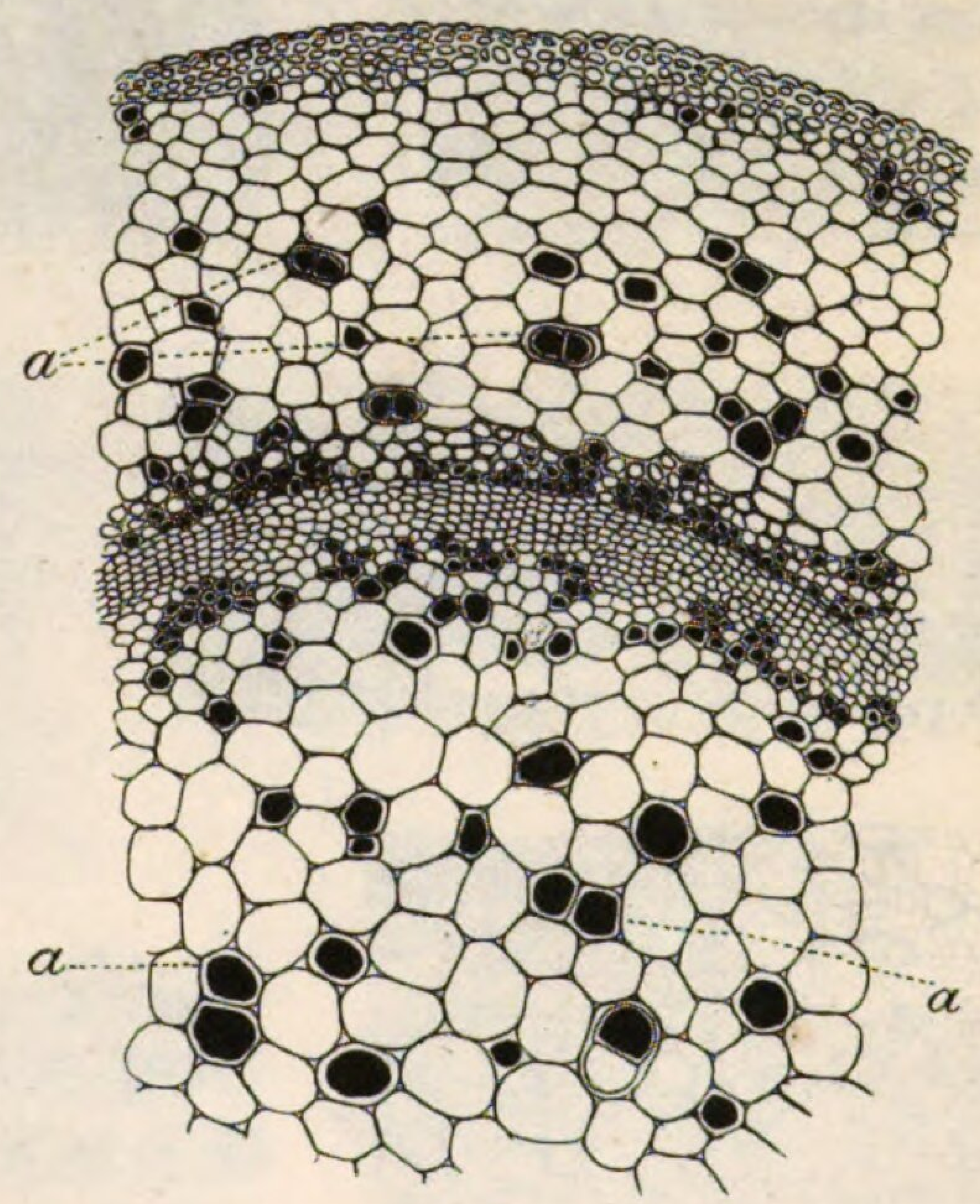
5.



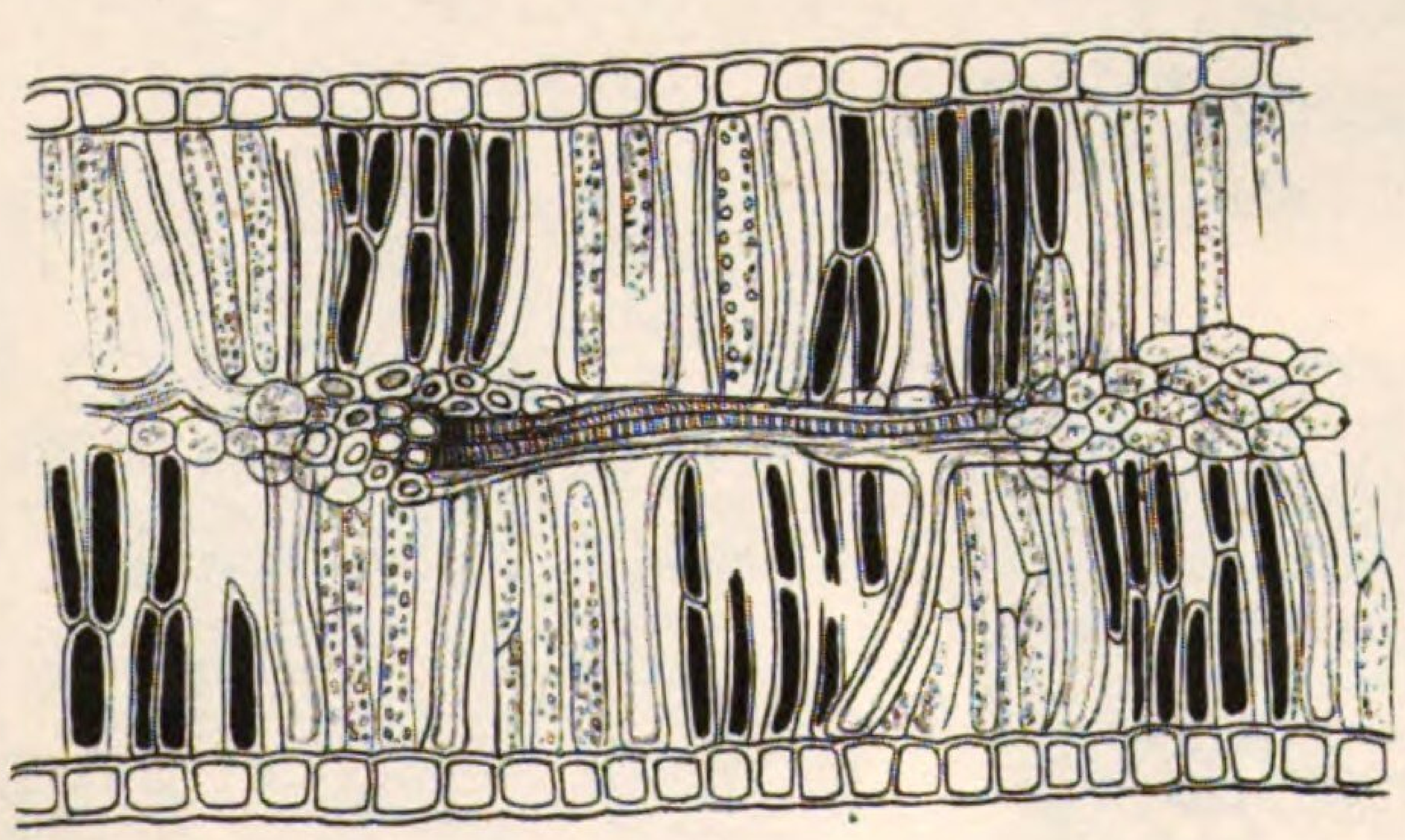
3.



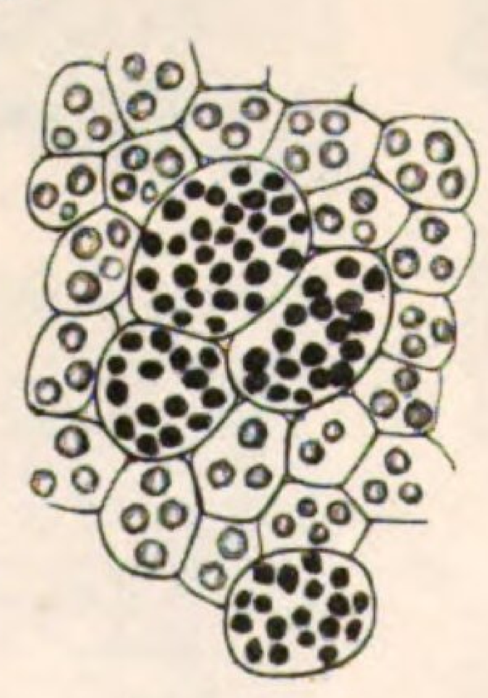
4.



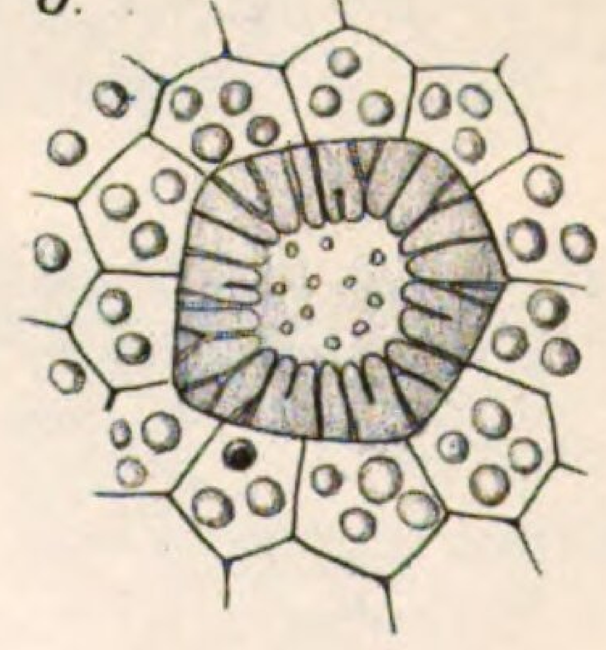
6.



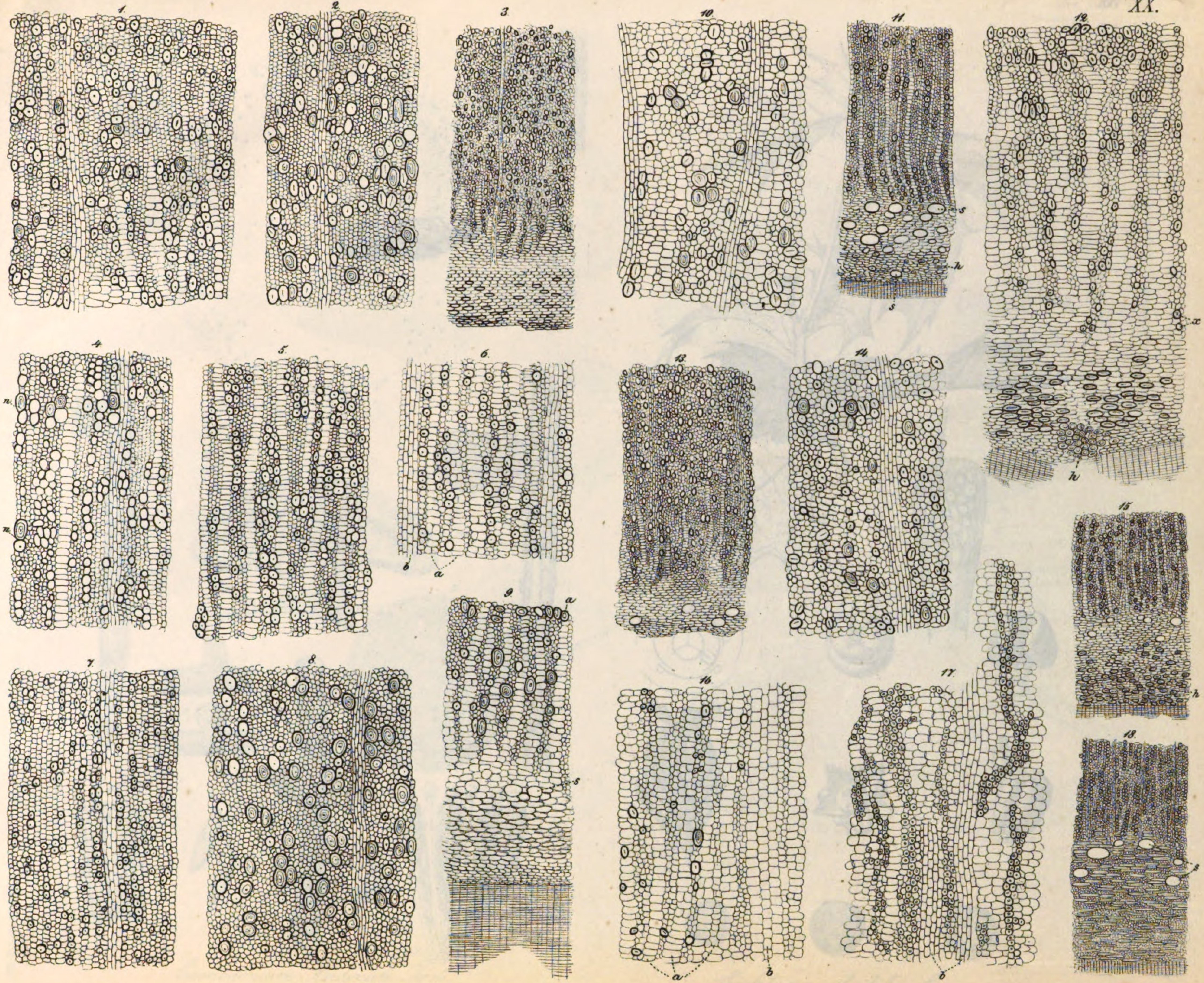
7.

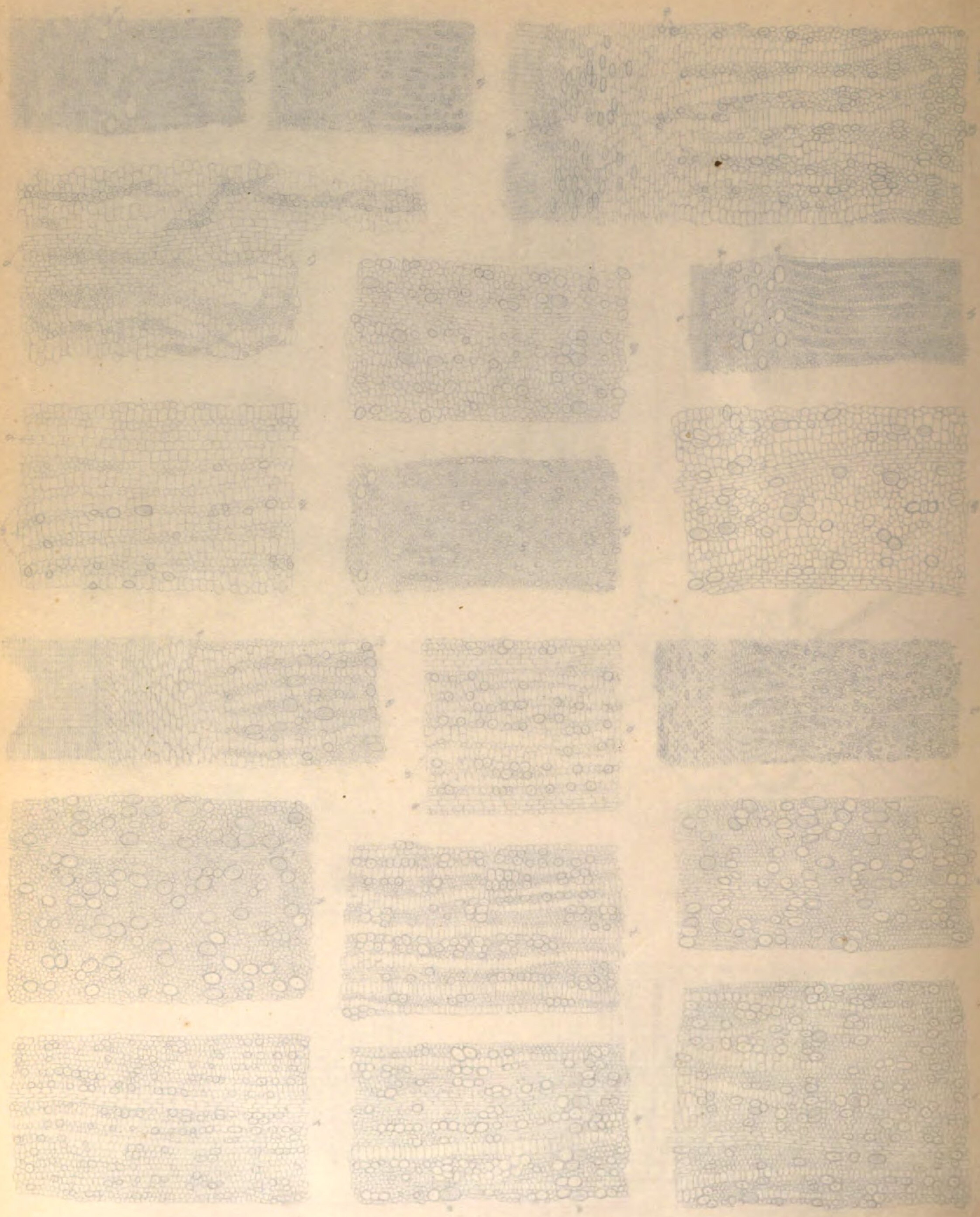


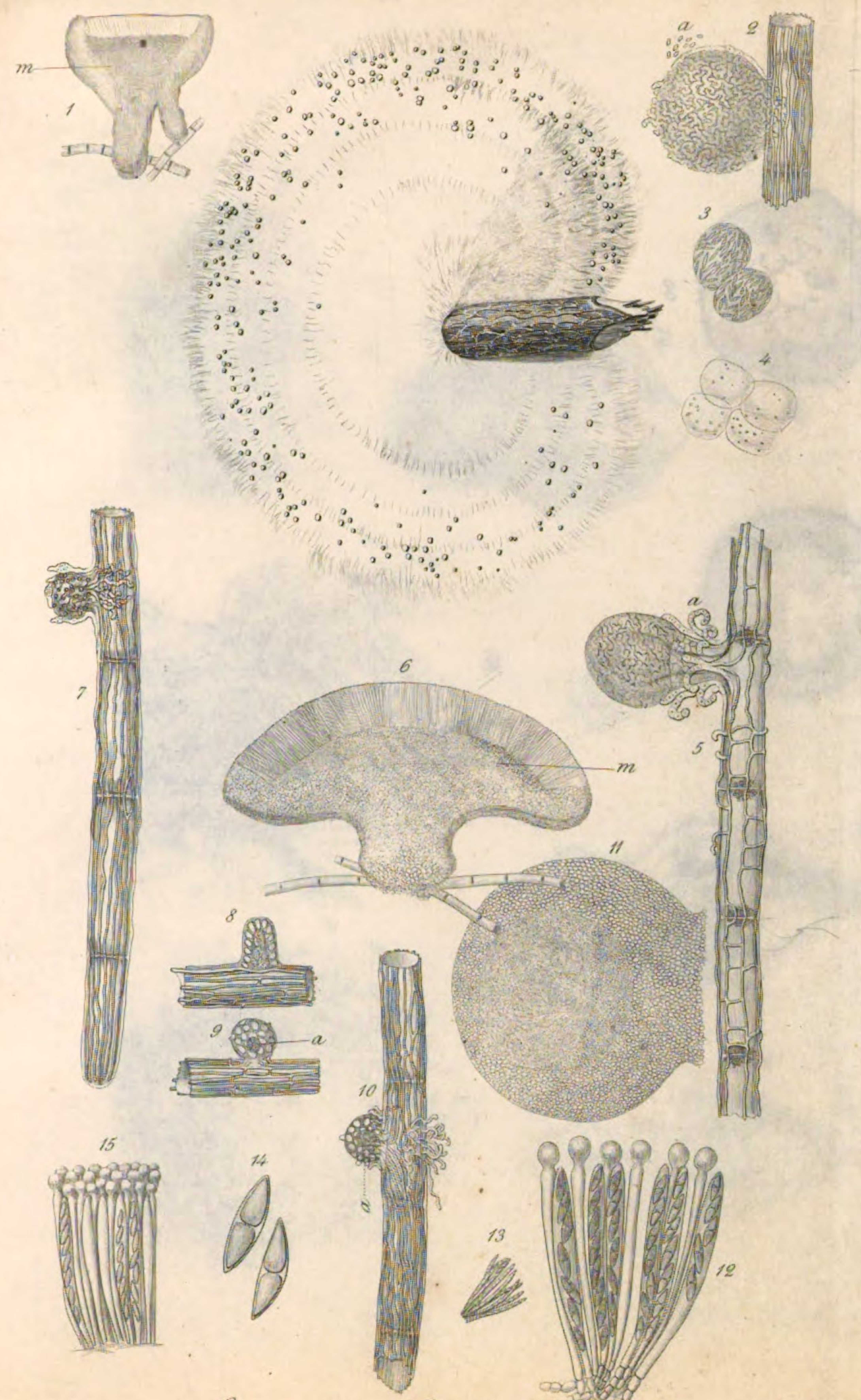
8.



XX.



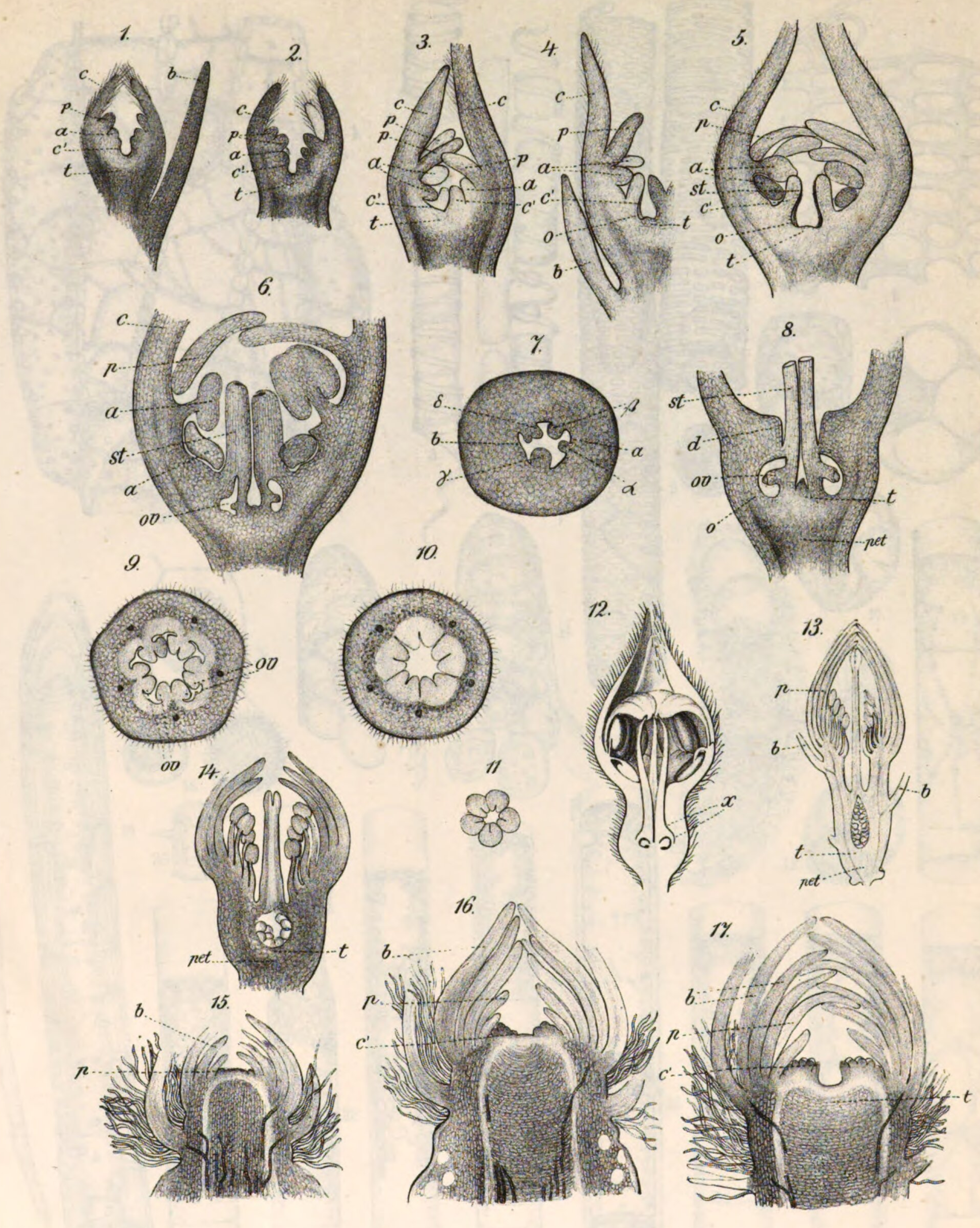


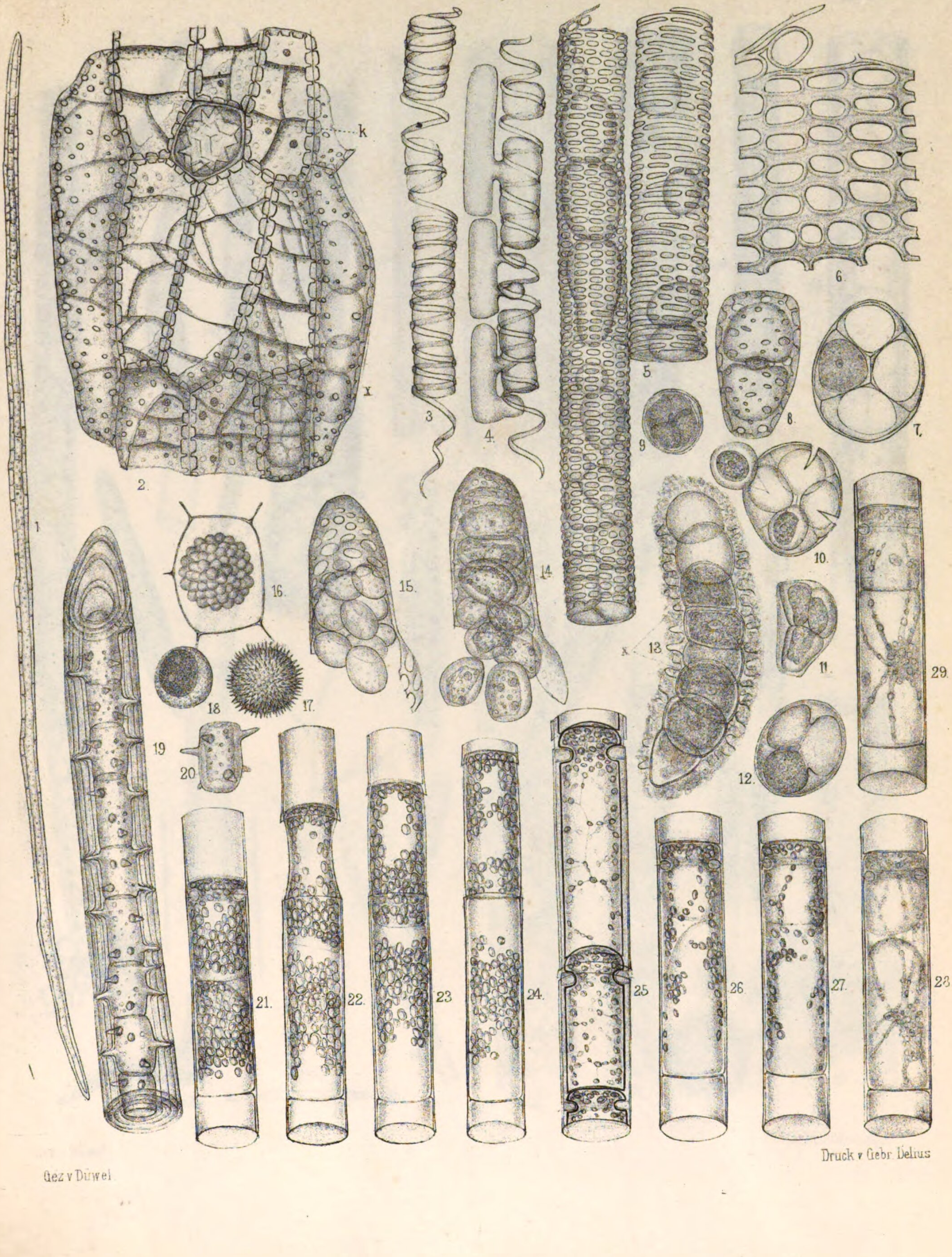


Coenogonium Andinum Krst.



Caelebogyne ilicifolia Sm.


1.
c
b
p
a
c'
t
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11
12.
13.
14.
15.
16.
17.
st
ov
pet
x
o
d



Gez v Düwel

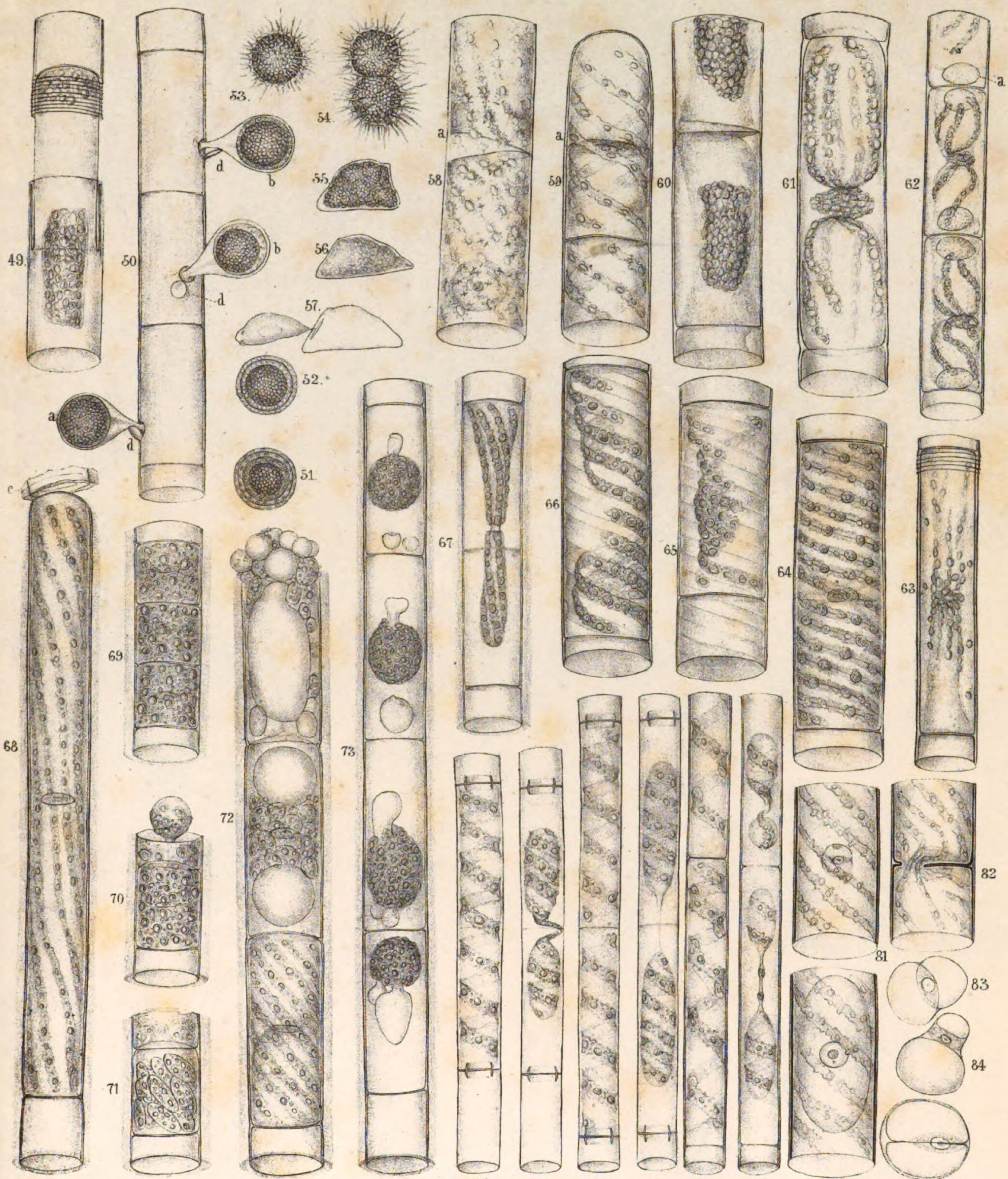
Druck v Gebr. Delius



Gez. v. Düwel

Druck v. Gebr. Delius.

XXV.



Gez. v. Düwel.

Druck v. Gebr. Delius.

F. X. BEER
kgl. Hofbuchbinder
in
MÜNCHEN
Lederergasse N° 25

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Karsten, Hermann,

Gesammelte Beiträge

Bd.: 1

Berlin 1865

4 Phyt. 175 v-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10229777-3